



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Metodologia *Lean* Aplicada a um ambiente MRO Componentes Aeronáuticos

Dayana Virgínia Gonçalves Tavares

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Aeronáutica
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde
Co-orientador: Eng.º Nuno Gonçalves Soares

Covilhã, Outubro de 2011

Dedicatória

À minha família e amigos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador da Universidade da Beira Interior, o Professor Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde, pela sua orientação científica sempre pautada pela honestidade e pelo rigor. A sua atenção e disponibilidade foram uma ajuda preciosa na construção deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador na companhia aérea, Engenheiro Nuno Gonçalves Soares, pelo acompanhamento, apoio, partilha de conhecimento, pela atenção e disponibilidade prestados ao longo de todo o trabalho.

Agradeço a toda a Equipa de Melhoria Contínua pela generosidade, pela forma como foi acolhida e ainda pela oportunidade de trabalhar e aprender convosco, e em particular ao Duarte Pereira, com quem trabalhei mais de perto.

Agradeço à companhia TAP Portugal pela oportunidade de estágio dada, que se tornou fundamental para realizar este trabalho.

Por fim, agradeço à minha família e aos meus amigos que foram o meu pilar durante todo o curso e em particular neste último desafio.

Resumo

O objectivo desta dissertação é analisar as ferramentas da metodologia *Lean*, por um lado, e por outro, perceber como se procede à aplicação das mesmas no ambiente de manutenção aeronáutica num operador de linha aérea.

De forma a alcançar o objectivo realizou-se um caso de estudo na empresa TAP, em particular, de um projecto de melhoria denominado “Planeamento de Prioridades”. A TAP é a companhia aérea de bandeira nacional líder de mercado que presta serviços na indústria aeronáutica. Para o efeito acompanhou-se o trabalho da Equipa de Melhoria Contínua durante 8 meses.

Com este caso de estudo concluiu-se, entre outros aspectos, que é importante ter um apoio forte da gestão de topo para uma implementação eficaz, os colaboradores ficam mais conscientes de todas as etapas do Processo global, a metodologia *Lean* é uma mudança cultural que permite eliminar desperdícios em processos. Também se concluiu que as mudanças requeridas encontram dificuldades, como contabilização dos ganhos, o facto de não ser uma metodologia intuitiva, a qual no início, encontrar resistência por parte de colaboradores que temem perder o seu trabalho.

Palavras-chave

Metodologia Lean, Manutenção aeronáutica, Melhoria Contínua.

Abstract

The purpose of this dissertation is to analyze, on one hand, the tools applicable to the Lean Techniques, and on the other one, see how it results on aircraft maintenance of an airline operator.

In order to achieve the above goal, a case study was assessed at the Portuguese flag carrier TAP, in particular, an improvement project entitled "Planning Priorities." TAP is the national flag airline, a market leader that provides services in the aerospace industry. To this end, the work of related to this dissertation took followed the Continuous Improvement Team for 8 months.

This case-study allowed to conclude, among several aspects, it is important to have strong support from the top management for an effective implementation; employees are more aware of every step of the overall process; the Lean Techniques imply a cultural change that allows to eliminate waste in processes. It also concluded that the changes required have encountered difficulties, such as, the need to accounting earnings; the fact that it is not an intuitive approach the employees tend to resist because they feel that may lose their jobs.

Keywords

Lean Techniques, Aircraft maintenance, Continuous Improvement.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento do Tema.....	1
1.2.	Objectivo da Dissertação.....	1
1.3.	Estrutura da Dissertação	1
2.	Revisão Bibliográfica <i>Lean</i>	3
2.1.	Contexto Histórico.....	3
2.2.	<i>Lean</i>	8
2.2.1.	Princípios da Mentalidade <i>Lean</i>	11
2.2.2.	Tipos de Actividades	13
2.2.3.	Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.3.	Plano de Acção <i>Lean</i>	18
2.4.	Conceito de <i>Lean</i> na Aeronáutica.....	20
2.5.	Comparação entre metodologias/programas de melhoria	23
3.	Estado da Arte.....	26
3.1.	Apresentação geral da TAP M&E	26
3.2.	Melhoria Contínua	29
3.2.1.	Projectos-piloto Concluídos	39
3.2.2.	Projectos-Piloto em Curso	44
4.	Desenvolvimento.....	48
4.1.	Metodologia.....	48
4.2.	Projecto-Piloto: Planeamento de Prioridades	49
4.2.1.	Preparar	49
4.2.2.	Diagnosticar	50
4.2.3.	Desenhar	51
4.2.4.	Planear	55
4.2.5.	Implementar.....	55
4.2.6.	Desenho - Parte II	63
4.2.7.	Planear - Parte II	69
4.2.8.	Implementar - Parte II.....	69
4.3.	Discussão	70
5.	Conclusões	76
5.1.	Síntese da Dissertação e Considerações finais	76
5.2.	Recomendações e Perspectivas futuras de investigação	78
6.	Bibliografia	80
	Glossário.....	83

Lista de Figuras

Figura 2.1 - 5 <i>Why's</i>	6
Figura 2.2 - Ciclo de Melhoria Contínua	7
Figura 2.3 - <i>Toyota Production System House</i>	10
Figura 3.1: Organigrama da TAP ME	27
Figura 3.2 - Produção total - Origem do trabalho.....	28
Figura 3.3 - Barra temporal “Gestão de Equipamentos Críticos de Apoio de Hangar”	44
Figura 3.4 - Barra temporal “Mangas de salvamento Manutenção de Componentes”	45
Figura 3.5 - Barra temporal “Materiais em <i>Closed Loop</i> na Manutenção de Aviões”	45
Figura 3.6 - Barra temporal “Circuito de Componentes”	46
Figura 3.7 - Barra temporal “Prevenção de Acidentes de Trabalho na Manutenção de Motores”	46
Figura 3.8 - Barra temporal “Utilização de PMA’s na ME”	47
Figura 3.9 - Barra temporal “Processo de Facturação”	47
Figura 4.1 - Fluxo de Baterias em R1	56
Figura 4.2 - Fluxo de baterias em R2	57
Figura 4.3 - Fluxo de baterias em REP e OVH	57
Figura 4.4 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (11 de Novembro)	60
Figura 4.5 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (12 de Novembro)	62
Figura 4.6 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (11 e 12 de Novembro)	63
Figura 4.7- Fluxograma Conceptual	64
Figura 4.8 - Barra temporal	69
Figura 4.9 - Interface com Utilizador - Programa Principal, <i>Inputs</i>	70

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Etapas a cumprir na fase de Preparação.....	33
Tabela 3.2 - Etapas a cumprir na fase de Diagnóstico	34
Tabela 3.3 - Etapas a cumprir na fase de Desenho	35
Tabela 3.4 - Etapas a cumprir na fase de Planeamento	36
Tabela 3.5 - Etapas a cumprir na fase de Implementação	37
Tabela 3. 6 - Etapas a cumprir na fase de <i>Roll-out</i>	38
Tabela 4. 1 - Periodicidade de cada P/N.	51
Tabela 4. 2 - Exemplo Oficina das Baterias	53
Tabela 4. 3 - Exemplo Oficina das Baterias (continuação)	54
Tabela 4. 4 - Exemplo Oficina das Baterias (conclusão)	54
Tabela 4.5 - Actividades 11 de Novembro	59
Tabela 4.6 - Peso de cada actividade (11 de Novembro)	60
Tabela 4.7 - Actividade 12 de Novembro	61
Tabela 4.8 - Peso de cada actividade (12 de Novembro)	62
Tabela 4.9 - Média dos Pesos de cada actividade	62
Tabela 4.10 - Exemplo	66

Lista de Acrónimos

AA	Auto de Abate
AP	Anomalia Processual
ARM	Unidades em armazém
DIT	Data de Início de Trabalhos
DUO	Dias da Unidade em Oficina
DUR	Data da Última Requisição
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EM	Componentes Mecânicos
Eng.º	Engenheiro
EX	Exterior
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
GM	<i>General Motors</i>
HP	Componentes Hidráulicos e Pneumáticos
IE	Instrumentação, Electrónica e Rádio
JIT	<i>Just-in-time</i>
KPI	<i>Key Product Indicator</i>
MC	Manutenção de Componentes
MDO Std.	Mão-de-obra <i>Standard</i>
ME	Manutenção e Engenharia
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MRO	<i>Maintenance, Repair and Overhaul</i>
N.º	Número
NB	Unidade instalada em Banco de Ensaio
NVA	<i>Non-value added activities</i>
OFC	Número de Unidades em Oficina
OVH	<i>Overhaul</i>
PD	Processo Documental
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PER	Periodicidade
PN	<i>Part Number</i>
RAF	<i>Royal Air Force</i>
REP	Reparação
RES	Número de Reservas
SN	<i>Serial Number</i>
TAT	<i>Turn Around Time</i>
TMA	Técnico de Manutenção Aeronáutica
TO	Transformação Organizacional
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TT	<i>Touch Time</i>
VA	<i>Value Added Activities</i>
VAT	<i>Value Added Time</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento do Fluxo de Valor)

1. Introdução

1.1. Enquadramento do Tema

Este caso de estudo pretende mostrar como implementar um programa de Melhoria Contínua numa organização, em específico, metodologia *Lean*, através da descrição de todas as etapas que compõem um projecto-piloto. São apresentadas as vantagens e consequências que um programa de melhoria tem na cultura da organização, na forma como o método de pensar e trabalhar muda, e ainda se dão a conhecer as dificuldades e limitações que têm que ser superadas para garantir uma implementação de sucesso.

Por uma questão de confidencialidade, não serão apresentados os ganhos financeiros alcançados com os projectos-piloto apresentados. Serão, ainda assim, apresentados outros valores (a melhoria é apresentada em percentagem, em dias, entre outros, consoante a natureza do próprio projecto-piloto e os seus objectivos).

A empresa alvo do caso de estudo é a TAP Portugal, em particular a sua organização de manutenção, a TAP Manutenção e Engenharia (TAP ME).

Para elaboração deste caso de estudo foi fundamental a integração na Equipa de Melhoria Contínua da TAP ME durante 8 meses.

1.2. Objectivo da Dissertação

A presente dissertação tem como objectivo analisar as ferramentas da metodologia *Lean*, por um lado, e por outro, perceber como se procede à aplicação das mesmas através do caso de estudo de um projecto de melhoria denominado “Planeamento de Prioridades”.

1.3. Estrutura da Dissertação

Para permitir que o leitor se familiarize com o tema desta dissertação do geral para o caso de estudo em particular, surgiu a necessidade de dividir este trabalho em quatro capítulos.

No Capítulo 2 são dadas a conhecer as origens do *Lean*, as suas ferramentas, os seus objectivos, são dados exemplos de aplicação desta metodologia noutras empresas do sector aeronáutico, bem como a análise comparativa entre esta metodologia e outras que são actualmente usadas na indústria em geral.

No Capítulo 3, uma vez que o leitor já está familiarizado com o termo *Lean*, é-lhe apresentada a empresa onde foi efectuado o caso de estudo, bem como a forma como esta metodologia é empregue, dando exemplos de projectos *Lean* concluídos e os que estão a ser desenvolvidos.

O Capítulo 4 é o cerne do trabalho: o caso de estudo do projecto-piloto “Planeamento de Prioridades”. Para tal, conduz-se o leitor por todas as etapas que vão desde a criação do projecto-piloto até à sua implementação, cada qual descrita pormenorizadamente. No fim é feita uma discussão.

No Capítulo 5 são feitas as considerações finais, assim como as conclusões e trabalhos futuros.

2. Revisão Bibliográfica *Lean*

2.1. Contexto Histórico

“New ideas emerge from a set of conditions in which old ideas no longer seem to work.” (Womack, Jones, & Ross, 1990)

Para o leitor tomar consciência da dimensão desta frase é necessário recuar um pouco no tempo, muito antes de o *Lean* ter sido inventado.

Sakiichi Toyoda, inventor, nasceu nos finais dos anos 1800 numa comunidade remota nos arredores de Nagoya, Japão. Em 1894 iniciou a produção de teares manuais. Através de tentativa erro conseguiu desenvolver teares de madeira motorizados e em 1926 fundou a *Toyoda Automatic Loom Works*. Os infindáveis arranjos amadores e invenções acabaram por resultar em teares de alimentação automática muito sofisticados; uma das suas invenções, que posteriormente se tornou um dos dois pilares da *Toyota Production System* (TPS), foi o mecanismo que automaticamente parava o tear quando um fio partia, denominado *jidoka* (em japonês) ou *autonomation*, ou seja, movimento automático com toque humano. (Liker, 2004)

Referido como “Rei Japonês dos Inventores”, Sakiichi foi um grande engenheiro que contribuiu para o desenvolvimento da *Toyota* através da sua filosofia e procura da melhoria contínua (Liker, 2004).

Quando encarregou o filho, Kiichiro Toyoda, de criar uma empresa automobilística, queria dar ao filho a oportunidade de também deixar a sua marca no mundo (Liker, 2004). Desta forma, em 1929 Kiichiro foi enviado a Inglaterra para negociar os direitos da patente do tear automático com a empresa *Platt Brothers* e em 1930, com o capital obtido, começou a construir a *Toyota Motor Corporation* (Liker, 2004). O nome *Toyoda* significa arrozal abundante em japonês, e como tal, foi decidido através de um concurso público que *Toyota* seria o mais indicado, uma vez que não tinha qualquer significado em japonês (Womack et al., 1990).

Inicialmente, e influenciada pelo governo militar, a empresa produziu camiões militares com pouca qualidade através de produção artesanal, obtendo pouco sucesso (Liker, 2004; Womack et al., 1990).

Nos anos 1930, os líderes da *Toyota* visitaram a *Ford* e a *GM* (*General Motors*) para estudar as linhas de montagem e leram o livro de Ford, *Today and Tomorrow*. Antes mesmo da 2ª Guerra Mundial, a *Toyota* tinha a noção que o mercado japonês era muito pequeno e

não tinha capacidade para absorver a produção em grandes quantidades, ao contrário do mercado americano. (Liker, 2004)

Durante a visita às instalações, Kiichiro observou como funcionava o reabastecimento de produtos num supermercado americano: apenas quando era necessário e nas quantidades necessárias é que se reabasteciam as prateleiras. Este sistema, denominado *pull-system*, permitiu a evolução do *JIT (Just-in-time)*, um dos pilares do TPS. (Liker, 2004) O *JIT* é um sistema para produzir e entregar os itens necessários nas quantidades certas e no momento certo (Womack & Jones, 2003).

Entretanto, a 2ª Guerra Mundial ocorre, o Japão perde pairando no ar a possibilidade dos americanos criarem obstáculos à produção automóvel. O próprio Kiichiro estava preocupado com a possibilidade de a ocupação pós-guerra poder levar ao encerramento da sua empresa, no entanto, os americanos sabiam que era essencial produzir camiões para reconstrução do país e ajudaram a *Toyota*. (Liker, 2004)

A *Toyota* no pós-guerra estava empenhada em produzir uma vasta gama de carros grandes e camiões comerciais, mas enfrentou uma série de problemas, destacando-se:

- O comércio japonês era reduzido e exigia uma vasta gama de carros;
- As novas leis laborais, introduzidas pela ocupação americana, deram mais poder à posição dos trabalhadores na negociação de melhores condições. Os sindicatos ganharam força, garantindo pagamentos bónus numa porção das receitas; a gestão de topo estava restringida de fazer despedimentos; deixou de haver trabalhadores estrangeiros;
- A economia japonesa necessitava de capital;
- Grandes produtores automobilísticos internacionais queriam estabelecer operações no Japão e defender os seus mercados de exportações japonesas. (Womack et al., 1990)

O último problema levou a que o governo retaliasse, proibindo o investimento directo por estrangeiros na indústria automobilística japonesa e impôs restrições específicas, o que incentivou muitas empresas japonesas a entrar nesta indústria nos anos 1950. (Womack et al., 1990)

Em 1946, e de forma a solucionar a crise, a família fundadora liderada pelo presidente Kiichiro Toyoda propôs despedir um quarto dos trabalhadores, o que levou a uma revolta por parte destes. Após negociações, Kiichiro Toyoda demitiu-se do cargo, arcando com a responsabilidade pelo fracasso da empresa. Mesmo assim, um quarto dos trabalhadores foi despedido e os restantes receberam duas garantias: emprego para a vida; salário baseado na longevidade e ligados aos lucros da empresa através do pagamento de bónus. Os trabalhadores tornaram-se membros da *Toyota*, acordando em serem flexíveis nas tarefas e

promover os interesses da empresa, através de melhorias; por seu lado, a empresa esperava que estes se mantivessem na empresa toda a sua vida laboral e que envolvessem as suas competências, conhecimento, experiência e força na execução do seu trabalho. (Womack et al., 1990)

Eiji Toyoda, primo de Kiichiro, e os seus gestores fizeram uma viagem para estudar a instalação da *Ford's Rouge*, em Detroit, a maior e mais eficiente instalação de fabricação no mundo, em 1950, durante 3 meses e repararam que as técnicas produtivas não haviam sofrido grandes alterações desde os anos 1930. O engenheiro chefe de produção, Taiichi Ohno, tinha como tarefa atingir a mesma produtividade, mas não necessariamente da mesma forma que aquela vista na *Ford*. Para tal, visitou repetidamente as instalações de Detroit, para fazer análises comparativas, e estudou o livro de Ford, *Today and Tomorrow*. Ohno acreditava que a *Toyota* precisava de dominar o fluxo contínuo de material para desenvolver um sistema de fluxo contínuo em que a flexibilidade variasse consoante a procura dos clientes e fosse eficiente ao mesmo tempo. (Liker, 2004; Womack et al., 1990)

Ohno achava, no entanto, que o sistema existente na Ford estava cheio de *muda*, palavra japonesa que significa desperdício em termos de esforço, materiais e tempo gastos. No seu ponto de vista, os especialistas das várias áreas não acrescentavam valor ao carro e que os trabalhadores de montagem, que eram considerados como pouco importantes, podiam de facto fazer tanto ou mais que os especialistas da *Ford*, devido ao contacto e experiência que iam adquirindo. (Womack et al., 1990)

Através da aquisição de algumas prensas usadas e de experiências que efectuou a partir dos finais dos anos 1940, Ohno aperfeiçoou a técnica de troca rápida e descobriu que compensa fazer pequenos lotes de estampagens pois o custo de transporte é menor, por um lado e, por outro, produzir apenas algumas partes antes da montagem no carro permite detectar instantaneamente erros de estampagem. Este último facto leva os trabalhadores da estampagem a ter mais preocupação com a qualidade, o que leva à diminuição do número de peças defeituosas. (Womack et al., 1990)

Em 1953 foram introduzidos os famosos cartões *kanban*. Estes cartões permitiam que a informação fosse transmitida de forma mais fluida no sentido inverso em que seguiam os produtos, para que processos anteriores respondessem de forma rápida aos processos posteriores; além disso, permitiram formalizar o JIT. (Womack & Jones, 2003)

Ohno decidiu experimentar formar equipas, “lideradas” ao invés de serem “chefiadas”, que seriam responsáveis por uma sequência de montagem com o objectivo de tornar os processos respectivos mais eficientes. O líder da equipa acumulava às suas funções executar tarefas e substituir um elemento em falta. (Womack et al., 1990)

As funções da equipa foram aumentando (limpeza, reparações de ferramentas e verificação de qualidade) e quando por fim funcionava bem, sugeria formas de melhorar o processo colectivamente e de forma periódica. Este processo de melhoria contínua que se denomina de *kaizen*, em japonês (Womack et al., 1990).

Apesar de terem sido Sakichi Toyoda e Kiichiro Toyoda a formular os conceitos *jidoka* e JIT, respectivamente, só nos finais dos anos 1940 é que Taiichi Ohno os relacionou e tornou operacionais (Womack & Jones, 2003).

Em cima de cada estação de trabalho foi colocada uma corda de forma que se algum trabalhador encontrasse um problema que não conseguisse resolver, pararia toda a montagem e a equipa tentaria resolver através de um sistema denominado 5 *Why's*, instituído por Ohno. Os trabalhadores aprendiam a pensar sobre a origem dos problemas e tinham que arranjar uma solução para evitar que ocorressem novamente. Inicialmente, a linha de montagem estava sempre a parar e os trabalhadores ficavam desanimados. Com o tempo e com a experiência obtida a detectar causas e implementar soluções, os erros diminuíram drasticamente, levando à diminuição da correcção dos erros e aumento progressivo da qualidade. (Womack et al., 1990) A Figura 2.1 ilustra como funciona os 5 *Why's*:

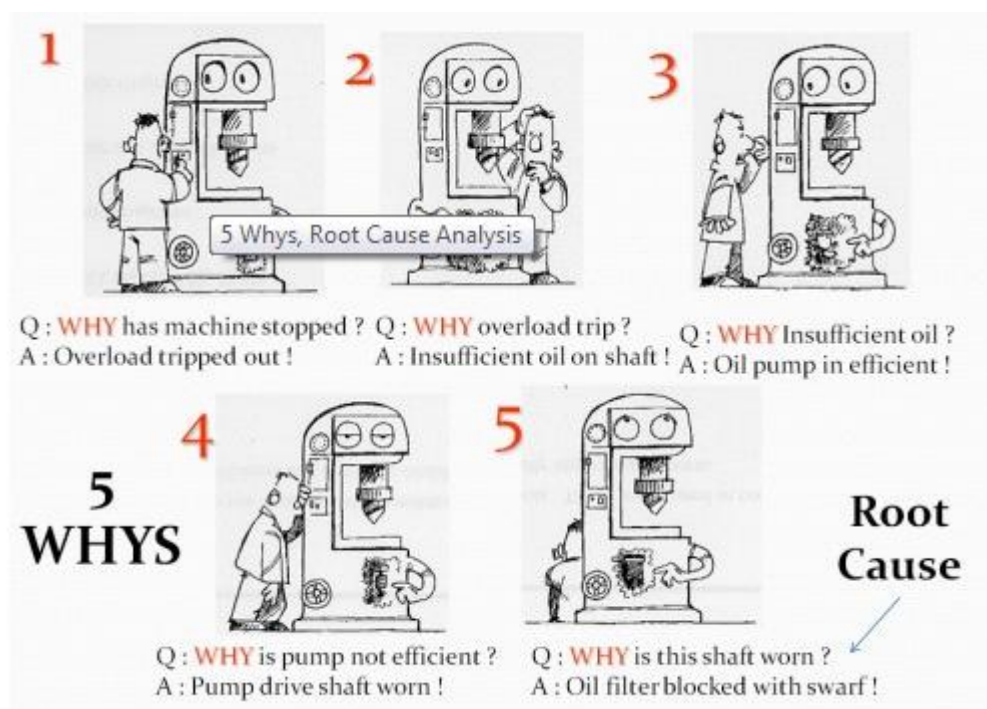


Figura 2.1 - 5 *Why's*
Fonte: HubPages, 2011

W. Edwards Deming, um pioneiro da qualidade norte-americano, realizou seminários no Japão a partir dos anos 1950, ensinando que o objectivo de qualquer organização deve passar pela satisfação dos seus clientes. Encorajou a adoptar o Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check*,

Act), uma forma de resolver problemas. (Liker, 2004) Quando se sentiu “atacada” pelo facto da *Nissan* ter ganho o *Deming Prize* em 1960, é que a *Toyota* começou a adoptar *Total Quality Control* (TQC) e o ciclo PDCA, paralelamente com as ideias de Ohno, e em 1965 conseguiu ganhar o prémio (Womack & Jones, 2003). O Ciclo PDCA é esquematizado na Figura 2.2

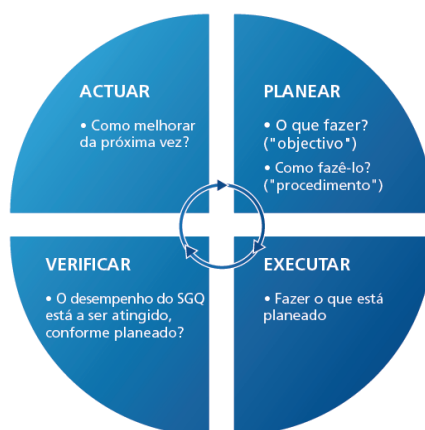


Figura 2.2 - Ciclo de Melhoria Contínua
Fonte: Guia Interpretativo NP EN ISO 9001:2008 Abril 2010

Por volta de 1960 a *Toyota* já tinha elaborado na íntegra os princípios da *Toyota Production System* ou *Lean Production* como é mais conhecida, mas demoraria algum tempo até se tornar mundialmente conhecida. Os primeiros a terem contacto com esta metodologia foram os seus principais fornecedores (Liker, 2004; Womack et al., 1990). Apesar de serem necessários 20 anos para que a cadeia de fornecimento aplicasse na íntegra este conjunto de ideias, o resultado foi muito positivo, com consequências extraordinárias na produtividade, qualidade dos produtos e capacidade de resposta na procura de mercados (Womack et al., 1990). Parte do problema devia-se ao facto de a produção em massa após a 2ª Guerra Mundial se focar no custo, pensamento que se manteve no mundo da fabricação até aos anos 1980, quando vários gurus da qualidade, como Deming, Juran, Ishikawa, mostraram que focar na qualidade reduzia mais o custo do que apenas o foco no custo (Liker, 2004). Em 1990, com o livro *The Machine That Changed The World*, baseado num estudo de 5 anos do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) sobre a Indústria Automóvel, a comunidade mundial descobriu a Produção *Lean* (Liker, 2004).

Só em 1973, quando se deu a primeira crise energética, é que o Japão começou a ter em atenção o que se passava na *Toyota*. Enquanto empresas davam prejuízo após vários anos com crescimento estável, a *Toyota* continuava a crescer. (Womack & Jones, 2003)

A produção *Lean* permitia uma grande variedade. Contudo, se esta variedade não correspondesse às expectativas dos clientes, não traria competitividade. Sendo assim, Eiji

Toyoda e o especialista em Marketing, Shotaro Kamiya, dedicaram a sua atenção à ligação entre os clientes e o sistema de produção, tal como informação sobre os salários, número de elementos da família, entre outros, de forma a prever as necessidades futuras destes. (Liker, 2004)

O sistema *pull* foi difícil de implementar, uma vez que eliminava praticamente todo o inventário o que levava à paragem do sistema quando uma parte deste falhava. Para Ohno esta ideia era muito poderosa, pois forçava os trabalhadores a anteciparem a ocorrência de problemas. (Womack et al., 1990)

2.2. *Lean*

No livro *The Machine That Changed the World*, o *Toyota Production System* (TPS) foi denominado de *Lean Production*, pois “it does more and more with and less” (Womack & Jones, 2003).

Sendo assim, *Lean* pode ser definido como um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa, orientada para o Cliente. É uma mudança cultural na empresa que permite:

1. Melhorar a eficiência pela redução dos tempos dos processos (sem interrupções nem retrocessos);
2. Uma produção ao “ritmo” da procura pelos Clientes;
3. Melhorar a qualidade e reduzir os custos. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a)

Cada empresa tem um sistema de produção composto por três elementos:

1. Sistema Técnico - Forma como se utilizam e optimizam o equipamento e os recursos, a fim de criar valor e minimizar os custos;
2. Gestão e Organização - Estruturas, processos e sistemas necessários para gerir e optimizar os recursos, a fim de cumprir os objectivos partilhados;
3. Atitudes e capacidades - Forma como as pessoas pensam, sentem a actuam no seu trabalho, quer individual quer colectivamente. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b)

A adopção bem sucedida da metodologia *Lean* depende de mudanças nestes três elementos de excelência operacional (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b).

O *Lean* assenta em dois pilares, a saber, o *Jidoka* e o *Just-in-time* (JIT) (Womack & Jones, 2003).

Jidoka é a capacidade da própria máquina detectar erros durante a produção e caso se suceda a ocorrência de erros, ela parará automaticamente. (Womack & Jones, 2003)

Just-in-time, por seu lado, é a capacidade de se produzir e entregar os produtos necessários na quantidade certa e na altura indicada. Os elementos chave deste pilar são o *Flow*, o *Pull*, o *Standard Work* (trabalho normalizado) e o *Takt Time*. (Womack & Jones, 2003) A Figura 2.3 ilustra a Casa da *Toyota Production System*. A sua base é constituída pela estabilidade, pelo *heijunka*¹, trabalho normalizado e pelo *kaizen*². Os seus pilares, JIT e *Jidoka*, permitem ter um tecto com elevada qualidade, custos menores e tempos de execução menores.

¹ *Heijunka* - Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo. Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo tempo que evita excesso de inventário, reduz custos, mão-de-obra e *lead time* de produção em toda a cadeia de valor.

² *Kaizen* - palavra japonesa que significa melhoria contínua gradual, do que resultam resultados estáveis.

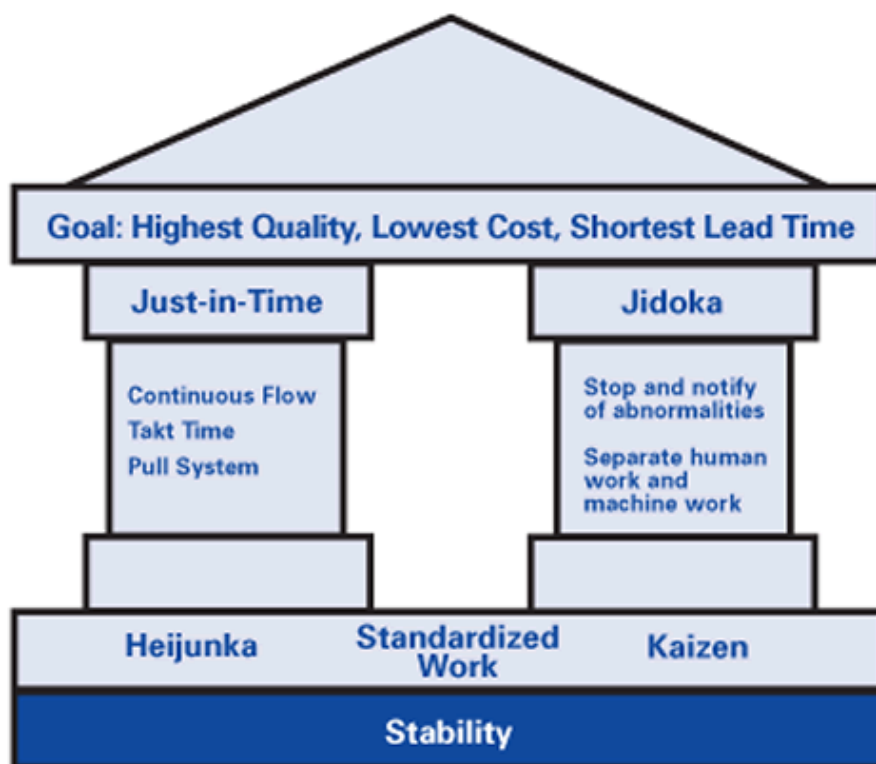


Figura 2.3 - Toyota Production System House
Fonte: Lean Enterprise Institute, 2009b

Para Drew, McCallum e Roggenhoffer (2004), o *Lean* mais que um processo é uma “caminhada”. Estes autores afirmam que uma implementação de sucesso resulta duma liderança forte e empenhada. O facto da metodologia *Lean* não ser intuitiva e ter uma forma de actuação muito distinta do habitual nas empresas leva ao não entendimento da mesma e até a reacções negativas por parte da força de trabalho (Drew et al., 2004). Só quando os resultados são positivos é que as atitudes perante esta metodologia começam a mudar (Drew et al., 2004). Ohno afirmava que “Common sense is always wrong”. Ele próprio ensinava aos seus trabalhadores as ferramentas que estava a desenvolver e mostrava que após serem experimentadas pelos próprios é que deixava de ser difícil (Womack & Jones, 2003). Jones (2007) é da opinião que só através da utilização da metodologia *Lean* é que se aprende sobre a mesma, através da resolução de problemas cada vez mais complexos.

Jones (2007) defende que a utilização do mesmo método na obtenção de soluções é importante para se tirarem conclusões e se poder fazer uma análise das evoluções obtidas. E, ainda, a orientação de um mentor torna o processo mais simples (Jones, 2007). Muitas empresas não conseguem alcançar os seus objectivos pelo que a ajuda de pessoas com experiência na implementação *Lean* pode fazer a diferença (Drew et al., 2004). No entanto, não pode ser esquecido o facto de que cada organização é única e, como tal, os programas de melhoria que adopta têm que ser específicos, pois seguir programas genéricos é uma perda de tempo (Martyn, 2010).

Há que ter em consideração que este processo de aprendizagem é iterativo e obter um resultado positivo não significa que se saiba tudo o que há para saber sobre *Lean*, pois mesmo quem já tem muita experiência na área sente sempre que há algo mais a aprender (Jones, 2007). O processo de melhoria nunca está concluído, pois sempre que se obtiver uma vitória, haverá sempre muitos obstáculos a ultrapassar, muito a melhorar e a aprender (Jones, 2007). A “caminhada *Lean*” passa pela aprendizagem de novas formas de se trabalhar em equipa, de pensar e de gerir empresas (Jones, 2011). Jones (2011) afirma que “The more you learn the more you discover there is to learn.”

Como se deve avaliar o sucesso do *Lean*? A forma de trabalhar em equipa tem de ser diferente, o trabalho deve ser normalizado, têm que se verificar progressos relativamente aos planos estabelecidos, problemas têm de ser resolvidos e tem de ficar claro a diferença entre procura real da criada. As melhorias alcançadas devem ser unidas ao longo do Fluxo de Valor e serem traduzidas nos Clientes em termos de qualidade, entrega e custo e na empresa em termos de libertação de dinheiro, aumento de produtividade e aumento de vendas, enquanto se poupa. Estes resultados têm que ser reconhecidos pela gestão de topo. (Jones, 2011)

2.2.1. Princípios da Mentalidade *Lean*

De acordo com Womack e Jones (2003), a Mentalidade *Lean* tem 5 princípios: (1) *Specify Value* (Especificar o Valor); (2) *Identify the Value Stream* (Identificar o Fluxo de Valor); (3) *Flow* (Fluxo); (4) *Pull* (Puxar); (5) *Perfection* (Perfeição). Seguidamente descreve-se cada uma deles, de forma sucinta.

Specify Value (Especificar o Valor)

O Valor só pode ser definido pelo Cliente final e só tem importância quando expresso em termos de um produto específico (seja ele um serviço, um bem individual ou o seu conjunto) que vai de encontro às necessidades do Cliente e a um preço e num prazo específicos (Womack & Jones, 2003). Womack e Jones (2003) afirmam que Valor é “o ponto crítico de partida para a Mentalidade *Lean*”, pois fornecer o produto errado da maneira certa é *muda*.

Identify the Value Stream (Identificar o Fluxo de Valor)

O Fluxo de Valor é o conjunto de TODAS actividades, desde matérias-primas até ao produto final, para um produto específico ou família de produtos, que é alvo de optimização

do ponto de vista do Cliente final. Este processo expõe enormes quantidades de *muda*. (Womack & Jones, 2003)

Flow (Fluxo)

Capacidade de efectuar todas as actividades específicas, identificadas no Fluxo de Valor, de uma forma contínua, sem paragens, reprocessos, entre outros. (Womack & Jones, 2003)

Para este passo é necessário conhecer bem as actividades específicas e focar no produto e nas suas necessidades, ao invés de focar na empresa e/ou seus equipamentos (Womack & Jones, 2003).

Pull (Puxar)

Capacidade de desenhar, planear e fazer exactamente o que o Cliente quer, quando quer. Ou seja, é o Cliente que define o ritmo da operação (Womack & Jones, 2003).

Os pedidos de encomenda por parte do Cliente final tendem a estabilizar assim que percebe que pode obter o que quer quando quer (Womack & Jones, 2003).

Perfection (Perfeição)

Após uma correcta especificação do Valor, de identificar o Fluxo de Valor, de tornar o processo um Fluxo contínuo e permitir aos Clientes Puxar o Valor, verifica-se que o processo de melhoria é infindável. Tem-se, então, o último princípio da “Mentalidade *Lean*”: a Perfeição. Este princípio permite descobrir o que é possível e obter resultados que de outra forma não seriam alcançados. (Womack & Jones, 2003)

A perfeição é como o infinito. Tentar visualizar (e chegar lá) é impossível, mas o esforço para o alcançar dá inspiração e direcção essenciais para progredir ao longo do percurso. (Womack & Jones, 2003)

2.2.2. Tipos de Actividades

Há, essencialmente, 3 tipos de actividades: (i) Actividade de Valor Acrescentado; (ii) Actividade Incidental; (iii) Desperdício. Womack e Jones (2003) classificam as actividades (ii) e (iii) por Tipo 1 *Muda* e Tipo 2 *Muda*, respectivamente.

As Actividades de Valor Acrescentado são actividades que criam Valor e como tal, o Cliente está disposto a pagar, como por exemplo qualquer reparação ou acção de manutenção realizada em avião, motor ou componentes. As Actividades Incidentais são actividades que não acrescentam Valor, mas que são necessárias, tal como assinar documentação e consulta de manuais. O Desperdício (*muda*) engloba todas as actividades que não trazem valor acrescentado e que podem ser eliminadas imediatamente, tais como espera de materiais e o movimento dos trabalhadores. (Womack & Jones, 2003)

Tipicamente 75% do processo de produção é composto por actividades que não acrescentam valor. O objectivo é maximizar a proporção de actividades de valor acrescentado, eliminando o desperdício e minimizando a actividade incidental. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a)

Os Desperdícios podem ser classificados em 7 tipos ou, de acordo com a enumeração original de Taiichi Ohno, 7 *Wastes*:

- 1) *Overproduction* - produção em excesso, muito rápido ou em antecipação;
- 2) *Waiting* - tempo perdido enquanto se espera pelo próximo passo;
- 3) *Transport* - transporte desnecessário de materiais;
- 4) *Overprocessing* - sobreprocessamento de partes devido à fraca qualidade das ferramentas e concepção de produtos;
- 5) *Inventories* - inventário superior ao mínimo absoluto;
- 6) *Movement* - movimento dos trabalhadores durante a execução do seu trabalho, à procura de ferramentas, partes, entre outros;
- 7) *Defective Parts* - falhas/defeitos que obrigam à repetição de trabalho. (Womack & Jones, 2003)

Ohno considerava a Sobreprodução o pior dos desperdícios, pois este, na sua opinião, é a origem de grande parte dos outros seis desperdícios (Liker, 2004).

Eaton (2010) e Liker (2004) fazem referência nas suas obras a um 8º Desperdício: “Unused employee creativity” (Potencial não utilizado dos colaboradores). Este desperdício está relacionado com conhecimentos e capacidades dos trabalhadores não aproveitadas nem utilizadas eficazmente.

A redução do Desperdício liberta muitos recursos. Como tal, é de extrema importância mostrar à força de trabalho que esta metodologia não é apenas mais uma forma de dispensar trabalhadores (Drew et al., 2004). Os próprios trabalhadores da *Toyota*, aquando da implementação da Mentalidade *Lean*, mostraram receio que tal fosse suceder e foi necessário mostrar-lhes o contrário (Womack & Jones, 2003). Os recursos libertados têm que ser aproveitados para criar mais trabalho (Womack & Jones, 2003).

2.2.3. Ferramentas *Lean*

Antes de se iniciar a “caminhada *Lean*” a organização tem que saber qual o ponto de situação em que se encontra (Womack & Jones, 2003). Depois de identificado pode-se definir a ferramenta certa (Ferro, 2007).

A chave para que a metodologia *Lean* funcione não se prende com as ferramentas, mas sim na forma como são empregues, e Jones (2010) percebe-o através das respostas a quatro perguntas que considera fundamentais:

1. *How to focus everyone on the vital few improvements that will make the biggest difference to the organization?* (Como focar toda a gente nas melhorias vitais que farão uma grande diferença na empresa?)

Utilizando método científico para compreender as escolhas e descobrir as verdadeiras causas dos problemas. O esforço para definir o problema, descobrir as suas causas e sugerir novas formas de resolvê-lo é experiência que se adquire e que se torna importante para compreender problemas mais complicados que irão surgir no futuro. Ou seja, tem de se aprender a pensar de forma correcta sobre as coisas certas.

2. *How to close the performance gaps which are critical for the organization?* (Como fechar as lacunas do desempenho que são críticas para a empresa?)

Eliminando obstáculos ao fluxo de trabalho que não criem o valor que o Cliente está a disposto a pagar. A empresa tem que ser vista e gerida como um conjunto de processos/fluxos de valor interconectados. Tem que se ver o todo e saber onde se tem de agir para fechar as lacunas críticas.

3. *How to change behaviour in order to work together more effectively along these value streams?* (Como mudar as atitudes de forma a tornar o trabalho em grupo mais eficaz ao longo do Fluxo de Valor?)

Planeando detalhadamente o quê e quando deve ocorrer no Fluxo de Valor para tornar os progressos/desvios visíveis. O trabalho deve ser repartido em incrementos diários ou

semanais e o progresso revisto diariamente para evitar deslizes e para resolver rapidamente os problemas que vão surgindo.

Criar um ambiente sem culpas evitando assim que os erros sejam ocultados, tornando tudo visual com vista a aprender a trabalhar em conjunto para otimizar o sistema.

4. *How to sustain the gains?* (Como manter os ganhos?)

A transformação *Lean* deve começar com experiências controladas em actividades chave, de forma a gerar experiência e perceber o que funciona ou não funciona, pois os problemas nem sempre estão onde se pensa e as causas nem sempre são óbvias. Os resultados devem ser então partilhados com o grupo da experiência e depois deve-se expandir a partilha com toda a empresa através da Intranet.

Este processo é melhor do que simplesmente dar formação a toda a empresa sem qualquer aplicação prática, pois os conhecimentos não ficarão apreendidos.

São várias as ferramentas *Lean* que podem ser usadas para alcançar os objectivos desta metodologia, entre elas:

- *Value Stream Mapping* (VSM) (Mapeamento do Fluxo de Valor);
- *Value Added Time* (VAT);
- *Spaghetti Diagram* (Diagrama Spaghetti);
- OEE - Eficácia Global do Equipamento;
- *Takt Time*;
- Produção em Fluxo Contínuo;
- 5 S;
- Gestão Visual.

Value Stream Mapping (VSM) (Mapeamento da Cadeia de Valor)

O *Value Stream Mapping* (VSM) é a representação gráfica do Fluxo de Valor de um produto (ou família de produtos³) que permite perceber os fluxos de informação, de materiais e de processos. Esta ferramenta requer um acompanhamento de todos os processos do produto e para ser construído requer apenas papel e lápis, e os tempos de cada processo devem ser cronometrados, não devemos confiar em informações não obtidas pela pessoa que

³ Família de Produtos - grupo de produtos que são alvo de passos produtivos similares e que são trabalhados por equipamento semelhante ao longo de todo o processo.

o está a construir. O facto de ser feito “à mão” traz várias vantagens: (i) a pessoa que está a construir o VSM fica a compreender todo o processo; (ii) facilidade. (Rother & Shook, 1999)

Value Added Time (VAT)

Esta ferramenta tem como propósito quantificar, em percentagem, as actividades de valor acrescentado (*Value Added* - VA) e os desperdícios (*Non-value added* -NVA), realizadas num determinado período de tempo (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

Spaghetti Diagram

Ferramenta que através do mapeamento do trajecto efectuado por um trabalhador na execução do seu trabalho permite identificar movimentos que não trazem valor acrescentado para o Cliente final (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

OEE - Eficiência Global do Equipamento

A Eficácia Global do Equipamento é maximizada pelos esforços em reduzir ou eliminar as “Seis Grandes Perdas” relacionadas com os equipamentos: (1) Falha/avaria do equipamento; (2) Perdas de tempo para mudança e ajustes; (3) Esperas ou pequenas paragens devidas a outras etapas do processo, a montante ou a jusante; (4) Redução da velocidade/cadência relativamente ao originalmente planeado; (5) Defeitos no processo (qualidade do produto); (6) Redução de eficiência no arranque e mudança de produto (não conforme ou desperdícios de materiais). (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

Produção em Fluxo Contínuo

Abordagem do sistema de produção na qual o equipamento e os postos de trabalho são dispostos numa área limitada para facilitar a produção em pequenos lotes e em fluxo contínuo (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

Takt Time

Takt Time (T) determina o ritmo da produção de forma a corresponder à procura. É calculada dividindo o tempo disponível para um determinado período de produção (T) pela procura em unidades durante o período de produção (D), de acordo com a equação (2.1) (Womack & Jones, 2003):

$$T = \frac{T}{D} \quad (2.1)$$

Por exemplo, se o Cliente final encomendar 240 produtos por dia e a empresa em questão opera 480 minutos por dia, significa que o *Takt Time* é igual a 2 minutos, ou seja, para cumprir a encomenda, a cada 2 minutos uma unidade terá de estar finalizada. Isto significa que quando o número de encomendas diminui, o *Takt Time* aumenta, de forma inversamente proporcional. Este é o ponto importante do *Takt Time*, pois permite acabar com a tendência de se produzir produtos/serviços em avanço (ficando em inventário), sem qualquer tipo de encomenda. (Womack & Jones, 2003)

5S

O termo 5S's tem origem em 5 palavras japonesas de 5 práticas que conduzem a uma área de trabalho limpa e agradável: (i) *Seiri*; (ii) *Seiton*; (iii) *Seiso*; (iv) *Seiketsu*; (v) *Shitsuke* (Womack & Jones, 2003).

Os seus objectivos passam pela simplificação do local de trabalho, a redução dos desperdícios, aumento de segurança e melhoria da qualidade (TAP Manutenção e Engenharia, 2010f).

Seiri (Separar) significa separar todos os materiais, ferramentas, etc., desnecessários e eliminá-los (por exemplo: ferramentas antiquadas; recipientes inúteis) (Womack & Jones, 2003).

Seiton (Arrumar) significa organizar e identificar materiais e ferramentas de forma a garantir um acesso rápido e fácil (Womack & Jones, 2003).

Seiso (Limpar) não significa apenas limpar o local de trabalho, mas sim eliminar fontes de contaminação (Womack & Jones, 2003). Citando Robert Baden-Powell: “Não é mais limpo o que mais limpa, mas sim o que menos suja.”

Seiketsu (Sistematizar) significa efectuar as 3 práticas anteriores de forma padronizada em intervalos frequentes, de modo a manter o local de trabalho em perfeitas condições (Womack & Jones, 2003).

Shitsuke (Respeitar) significa criar hábitos de forma a cumprir os 4 S's iniciais (Womack & Jones, 2003).

Por vezes também há referência a um 6º S, denominado *Safety* (Segurança). No entanto, tem que se pensar em segurança em cada passo da metodologia ao invés de se pensar como sendo um passo à parte. (Eaton, 2010)

Gestão Visual

Esta ferramenta passa pela colocação de ferramentas, materiais, actividades produtivas, indicadores do desempenho do sistema produtivo, numa forma simples de tal forma que o ponto de situação do sistema possa ser compreendido apenas com um olhar (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

2.3. Plano de Acção *Lean*

Como já foi mencionado, cada empresa é única e como tal os desafios também o serão, mas há vários passos que se tornam cruciais para reduzir a resistência, espalhar o conhecimento correcto e produzir o tipo de compromisso necessário para a iniciativa *Lean* (Lean Enterprise Institute, 2009a).

O Plano de Acção *Lean* é constituído pelas seguintes fases:

1. *Getting Started* (nos primeiros seis meses):
 - Encontrar um Agente de Mudança:
Líder que fique responsável pela Transformação *Lean*.
 - Adquirir conhecimentos sobre *Lean*:
Com um *Sensei*⁴ ou consultor, capaz de ensinar técnicas *Lean* e ainda como as implementar como parte do sistema, e não como programas isolados.
 - Encontrar uma “alavanca” aproveitando a crise, ou através da criação de uma de forma a iniciar a transformação:

⁴ *Sensei* - um professor pessoal com domínio num determinado campo de conhecimento, neste caso em particular, sobre o *Lean*.

Se a empresa não se encontra numa situação crítica, é necessário encontrar um concorrente *Lean* ou então um Cliente/fornecedor *Lean* que exija um desempenho melhor; caso contrário, a adopção da “Mentalidade *Lean*” não será tão rápida quanto a desejada.

- Esquecer a grande estratégia por um momento:

“If a major investment is required, you’re not getting *Lean*.”

- Mapear Fluxo de Valor:

Está na hora de identificar os Fluxos de Valor actuais e mapeá-los - actividade por actividade e passo a passo - por família de produtos. De seguida desenhar o estado futuro e criar um plano de implementação com calendário a cumprir.

- Iniciar Kaikaku⁵:

É aconselhado começar com uma actividade que tenha um desempenho fraco mas ao mesmo tempo seja muito importante para a empresa. Desta forma, não se pode “dar ao luxo” de falhar, o potencial de melhoria é muito grande e o empenho para se obter sucesso será elevado.

- Exigir resultados imediatos:

É essencial que as melhorias sejam visíveis de forma a criar um impulso para a mudança.

- Expandir o alcance:

De forma a unir as melhorias em Fluxos de Valor e passar para processos de escritório. (Lean Enterprise Institute, 2009a; Womack & Jones, 2003)

2. *Create a new organization* (a partir dos seis meses e durante o 2º ano)

- Reorganizar a empresa por família de produtos e Fluxos de Valor.
- Criar a função *Lean* de promoção.
- Lidar com o excesso de pessoas.
- Planear uma estratégia de crescimento.
- Remover âncora.
- Infundir uma mentalidade de perfeição. (Lean Enterprise Institute, 2009a; Womack & Jones, 2003)

3. *Install business systems to encourage Lean Thinking* (anos 3 e 4)

- Utilizar a implementação de políticas.
- Criar um sistema de Contabilidade *Lean*.
- Relacionar o pagamento com o desempenho da empresa.
- Implementar a transparência.

⁵ *Kaikaku* - Melhoria radical de uma actividade de forma a eliminar desperdício.

- Ensinar a mentalidade *Lean* e capacidades a toda a empresa.
- Encontrar as ferramentas certas. (Lean Enterprise Institute, 2009a; Womack & Jones, 2003)

4. *Complete the transformation (nos finais do ano 5)*

- Convencer os fornecedores/Clientes a seguir os passos atrás descritos.
- Desenvolver estratégia global
- Transição de liderança do topo para a base para iniciativas da base para o topo. (Lean Enterprise Institute, 2009a; Womack & Jones, 2003)

2.4. Conceito de *Lean* na Aeronáutica

Apesar da metodologia *Lean* poder ser encontrada no coração de qualquer processo de fabrico, a sua presença na MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*) da aviação deu-se tardiamente e foi na Força Aérea Norte-americana (*US Air Force*) que o conceito foi testado. A elevada regulamentação da indústria aeronáutica, e em particular, a regulamentação relacionada com a Segurança (*Safety*), leva a que organizações dentro desta indústria fiquem relutantes na sua implementação por acharem que não é possível. A metodologia foi rapidamente identificada pelos militares como uma ferramenta importante e foi imediatamente introduzido na produção de aeronaves. No entanto, só em 1999, quando o número de aeronaves *C5 Galaxy*, com muitas características de uma aeronave comercial, para transportar equipamento necessário não era suficiente, é que o *Lean* foi aplicado ao MRO. Para resolver este problema, a Força Aérea Norte-americana tinha duas hipóteses:

1. Adquirir mais aeronaves, implicando mais gastos;
2. Melhorar os processos inerentes à reparação e manutenção de forma a serem mais rápidos. (Martyn, 2010)

Através da análise dos processos inerentes à reparação e manutenção, da simplificação dos mesmos e através do aumento da eficiência de cada passo, concluiu-se que não era necessário comprar mais aeronaves, pois era possível reduzir o tempo de manutenção da cada aeronave de 339 dias para 220 dias (redução em fluxo de tempo de 35%). Esta redução implica que, para além da sua frota, a Força Aérea libertava mais 23 aeronaves para serviço. (Martyn, 2010)

Em 2002 a RAF (*Royal Air Force*) começou a utilizar o *Lean* e em 2007 um relatório (*Transforming Logistics Support for Fast Jets*) mostrava esta metodologia tinha ajudado a poupar 1,3 milhares de milhão de libras esterlinas. (Martyn, 2010)

Outro exemplo de uma implementação de sucesso é a empresa *GKN Aerospace*. Esta empresa necessita enviar um componente de motor para ser submetido a um processo de tratamento. Este componente tinha que percorrer para tal 3000km. Caso esse componente apresente, após tratamento, algum defeito, tinha que realizar a viagem de ida e volta, percorrendo 6000km, com custos a rondar 900 dólares, com duração de 2 semanas. A criação de um VSM de todo o processo permitiu chegar a uma solução simples: treinar o pessoal da empresa de tratamento (empresa subcontratada pela *GKN Aerospace*) de forma a realizarem as inspecções de acordo com os protocolos da própria *GKN*. Como resultado, a empresa conseguiu reduzir os custos em 4% e reduzir o inventário que era necessário ter para compensar as transacções danificadas. (*Building Efficiency*, 2011)

Noutro caso, um dos fornecedores da empresa *GKN* tinha anunciado as suas intenções de aumentar significativamente o preço cobrado devido ao aumento dos custos do material e do trabalho. A primeira decidiu, então, trabalhar conjuntamente com o seu fornecedor e através da aplicação do VSM, a equipa do *GKN Aerospace* verificou todas as transacções do processo, tais como inventário de material e processos de produção. Foi possível reduzir o tempo de montagem de 10 para 9,2 horas. Mais, a redução dos custos da transacção igualmente obtidos levou à redução de 5% no preço do componente. (*Building Efficiency*, 2011)

No caso da *Lufthansa Technik*, sediada em Hamburgo, um projecto que utilizou o VSM permitiu reduzir os tempos de IL-check⁶ e D-check⁷ do Airbus A340 de 30 para 26 dias. Este projecto denominou-se *Mach26* (do alemão “fazer”). Outro projecto, usando igualmente o VSM, foi o *LIFT* (*Lieferung an Fünft Tagen* - Entrega em 5 dias), com o objectivo de reduzir o TAT⁸ (*turn around time*) de componentes mecânicos aviónicos de 15 para 5 dias. Este projecto permitiu perceber que 80% da redução obtida foi resultado da optimização das actividades no próprio departamento e os restantes 20% na melhoria da eficiência da interface com outros departamentos. Outra conclusão obtida foi o facto de TT (touch time)⁹ ser apenas de 10-15% dos 15 dias de TAT. Os KPI's¹⁰ usados foram a minimização de tempos de espera (através da eliminação de impedimentos no processo); garantir que processos de suporte complementares estavam no lugar; entre outros. (*Building Efficiency*, 2011)

Segue-se agora o exemplo da empresa *FedEx*. Uma das três instalações da *Aircraft Operations Divisions of FedEx Express*, a *FedEx Express Aircraft Maintenance*, está sediada no aeroporto de Los Angeles (LAX) e é um caso de sucesso de implementação da metodologia *Lean*. Tem uma área com cerca de 89000 metros quadrados e 550 colaboradores. Nestas

⁶ IL-check - manutenção do tipo C-check com inspecção, reparação e actualização dos sistemas e decoração mais detalhadas.

⁷ D-check - grande revisão geral realizada cada 3-5 anos.

⁸ TAT (*Turnaround time*) - Em termos globais, significa a duração de um serviço.

⁹ TT - período em que o componente/serviço está efectivamente a ser intervencionado.

¹⁰ KPI - *Key Performance Indicator*.

instalações tanto se efectuem manutenções/inspecções programadas como reparações não programadas. Apesar desta variabilidade, a *FedEx LAX* aplicou os princípios *Lean* com resultados muito bons. (Bartholomew, n.d.)

A iniciativa *Lean*, implementada em Dezembro de 2007, vai de encontro aos objectivos da corporação em reduzir custos e aumentar as receitas durante a crise económica global. Com o mesmo objectivo, os programas de modificação das aeronaves para reduzir custos de manutenção através do aumento da sua capacidade, para a mesma tripulação e equipamento, foi acelerado. (Bartholomew, n.d.)

Para a formação dos colaboradores investiu-se em treino de métodos *Lean* para todos, pois para Phillip Coley, o director administrativo da manutenção de aeronaves na *FedEx Express*, encarregue da instalação de Los Angeles e de Indianapolis, todos devem ser agentes de mudança. Mais, para este um programa *Lean* só é bem sucedido se os colaboradores acreditarem no seu sucesso. Para tal, passa muito tempo a motivá-los através, por exemplo, do visionamento de vídeos demonstrativos do funcionamento do *Lean* e dos respectivos resultados. Criou, igualmente, a iniciativa “empregado do mês”, em que os colaboradores fazem a selecção, ao invés de ser a gestão de topo. Para além destas iniciativas, os colaboradores podem dar sugestões de melhoria. Se for uma sugestão simples, incentiva-se o próprio a proceder à sua implementação. Segundo Hector Chavez, o responsável pela manutenção de aeronaves, a implementação do *Lean* foi uma batalha árdua, pois este tipo de programas não era novo, havendo muita desconfiança. No entanto, quando todos perceberam que esta metodologia ia alterar o modo como toda a empresa funcionava, ficaram convencidos. (Bartholomew, n.d.)

As manutenções C-check são previsíveis. Através do uso do VSM, as equipas *Lean* analisaram todo o trabalho que uma C-check normalmente requer. Obtiveram assim 68 *milestones* (objectivos intermédios). Desta forma, foi possível planear cada C-check, dividindo-a em turnos de 4 horas. De acordo com Coley, os mecânicos aprenderam a passar as informações na mudança de turno, de forma que o próximo colega continue o trabalho exactamente no ponto onde for deixado, o que resultou na diminuição de tempo perdido e movimentação dos vários processos habituais da C-check. (Bartholomew, n.d.)

Outra mudança que a metodologia *Lean* trouxe foi a colocação de estantes com ferramentas e partes da aeronave no hangar, próximo dos TMA (técnicos de manutenção aeronáutica). Antes desta mudança, os TMA poderiam esperar numa fila para a ferramentaria, durante, no mínimo, 15 minutos. Para a criação destas paletes participaram os TMA's e o pessoal de armazém (*parts staff*). Também decidiram a disposição dos objectos seleccionados. (Bartholomew, n.d.)

Ao invés das 4 horas necessárias para a preparação do equipamento do C-check, os TMA's precisam no máximo de 2 horas. Todo o material que precisam encontra-se perto e o material menos usado está localizado num dos 4 terminais. Também foi criado um kit de ferramentas para cada tarefa a executar (Bartholomew, n.d.).

Cada mecânico tem o seu carro de ferramentas/equipamentos que, após aplicação dos 5S, são alinhados em lugares específicos, no seu devido lugar, de forma que os TMA's circulem facilmente entre estes (Bartholomew, n.d.).

Através da redução do tempo da C-check típico de 32715 horas-homem para 21535 horas-homem, em 6 meses, as instalações conseguem realizar mais trabalho. Este facto traduz-se na poupança de 2 milhões de dólares, excluindo peças, por cada C-check que deixa de ser efectuada por terceiros. (Bartholomew, n.d.)

De forma a poupar dinheiro, a *FedEx* decidiu alterar os travões de aço, que duram cerca de 337 ciclos¹¹, para outros travões de carbono, que duram 2200 ciclos. Esta modificação foi alvo dum exercício *kaizen*. A modificação dos travões passou a ser feita em 7 dias, contrariamente aos anteriores 15, tendo em conta que cada aeronave tem entre 8 a 10 travões. (Bartholomew, n.d.)

O trem de aterragem também foi alvo do exercício de *kaizen*, passando de 11-12 dias para 5,5 dias (Bartholomew, n.d.).

2.5. Comparação entre metodologias/programas de melhoria

Jim Womack, presidente e fundador do *Lean Enterprise Institute, Inc*, afirma que muitas vezes lhe é pedido que faça uma comparação entre o *Lean* e outras metodologias, ao que simplesmente responde: “At the end of the day we are all trying to achieve the same thing: The perfect Value Stream.” (Womack, 2003)

Na hora de escolher qual a metodologia/programa de melhoria para ultrapassar os problemas, há que ter em consideração a cultura da própria organização (Nave, 2002). De seguida serão comparadas três metodologias: (i) *Six Sigma*; (ii) *Lean*; (iii) *Theory of Constraints*.

O *Six Sigma*, originalmente desenvolvida pela *Motorola* nos inícios dos anos 1980, tem vindo a ganhar popularidade desde então (Martyn, 2010). Esta metodologia defende que a

¹¹ Um ciclo é igual a uma descolagem e aterragem.

resolução dos problemas passa pela redução da variabilidade. Através de ferramentas de estatística que permitem perceber a flutuação do processo, a gestão de topo poderá prever o resultado do processo. Se a organização valoriza estudos analíticos e as relações das informações, gráficos e análises, esta é a metodologia perfeita. (Nave, 2002)

O foco desta metodologia é o PROBLEMA e o primeiro efeito é a uniformização dos processos. São apontadas como críticas o facto de não se considerar a interacção do sistema e ainda o facto de se fazer a melhoria dos processos de forma independente. (Nave, 2002) Esta metodologia é empregue em casos em que os resultados obtidos são sempre iguais (Womack, 2003).

O *Lean* defende a remoção do desperdício, definido como qualquer actividade/processo/entre outros não necessários à produção do produto/serviço. Esta metodologia tem como foco o FLUXO. O facto de não valorizar a análise estatística/do sistema é apontada como defeito. Caso a organização valorize a mudança visual e o “agora mesmo”, esta é a ferramenta ideal. O primeiro efeito é a redução do tempo de fluxo. (Nave, 2002)

Esta metodologia, que agrada aos trabalhadores, provoca alterações na forma como as pessoas percebem o seu papel na organização e as relações com o produto. (Nave, 2002)

A *Theory of Constraints* (TOC) é uma filosofia de negócios muito popular que surgiu pela primeira vez no livro de Eliyahu Goldratt, *The Goal* (Moore & Scheinkopf, 1998). Esta metodologia concentra-se na melhoria do sistema, em que sistema é definido como uma série de processos interdependentes, em que o elo mais fraco é o constrangimento (*constraint*). Esta metodologia não exige um conhecimento aprofundado da análise de informação nem que um grande número de pessoas perceba os elementos do sistema. Aliás, os trabalhadores não necessitam compreender esta metodologia e as suas sugestões não são vitais para uma implementação de sucesso. (Nave, 2002)

Foca-se nos CONSTRANGIMENTOS do sistema e o primeiro efeito é a produção rápida. São apontados dois pontos fracos: (i) a não valorização da análise de dados, por um lado; (ii) por outro lado, o envolvimento dos trabalhadores ser mínimo (Nave, 2002).

Para uma organização estruturada hierarquicamente e com conhecimento centralizado, e em que não se deseja uma participação total da força de trabalho, esta é, sem dúvida, a metodologia adequada (Nave, 2002).

Qualquer que seja o programa seleccionado, a forma como a organização actua será desafiada, e algumas das suas políticas serão postas à prova. Mais, as empresas têm que

largar a ideia preconcebida de que o seu único propósito é gerar dinheiro. A satisfação das necessidades da sociedade é que proporciona à empresa geração de lucros. (Nave, 2002)

3. Estado da Arte

3.1. Apresentação geral da TAP M&E

TAP Maintenance and Engineering (TAP ME) é a organização da TAP Portugal MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*) responsável por fornecer soluções de manutenção para frotas da Airbus, Boeing e Embraer (TAP Maintenance & Engineering, n.d.). Devidamente certificada por várias autoridades aeronáuticas, tais como a FAA (*Federal Aviation Administration*) e EASA (*European Aviation Safety Agency*) garante prestar uma gama de serviços integrados que vão desde estruturas, motores e componentes, até ao suporte de engenharia e material aeronáutico, através do conhecimento obtido da experiência no suporte na frota da TAP Portugal, desde 1945. A partir de 1974 começou a desenvolver actividade significativa para terceiros, sendo esta, actualmente, responsável por metade da receita desta organização. Trata-se de uma actividade cujo desenrolar que depende de exigente critérios legais e regulamentares, como por exemplo, EASA Part 145 Organização de Manutenção Aeronáutica, FAA 14 CFR Part 145 *Repair Station* e ISO 9001/AS 9110. (TAP Portugal, n.d.)

Com cerca de 4000 colaboradores, composto por técnicos com adequada qualificação e equipa de engenharia, TAP ME opera um pólo principal em Portugal e 2 no Brasil (TAP Maintenance & Engineering, n.d. a).

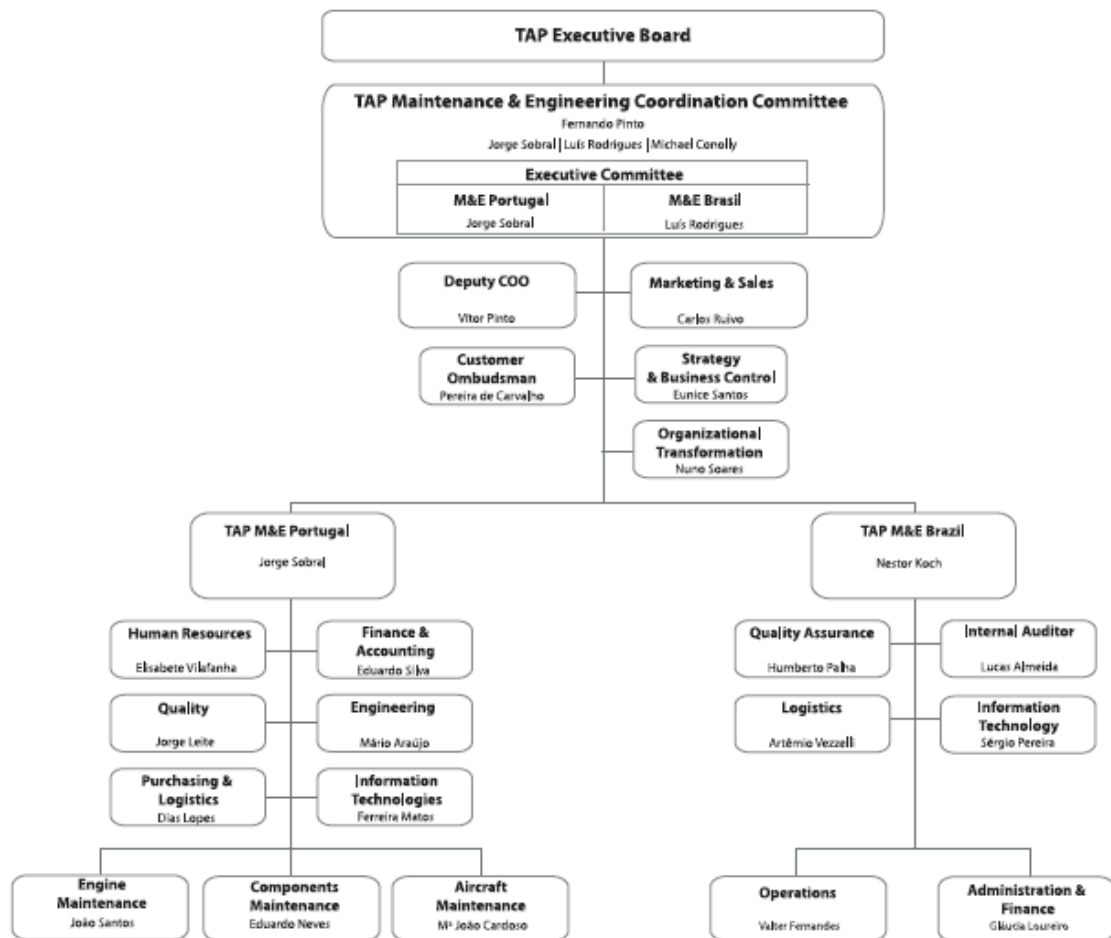


Figura 3.1: Organograma da TAP ME
Fonte: TAP Maintenance & Engineering, n.d. a

As instalações de Lisboa, localizadas no Aeroporto Internacional de Lisboa, empregam cerca de 1900 pessoas. A Manutenção de Aeronaves deste pólo representa 62% da produção total em horas-homem, seguida pela Manutenção de Motores com 20%, como se pode ver pela Figura 3.2:

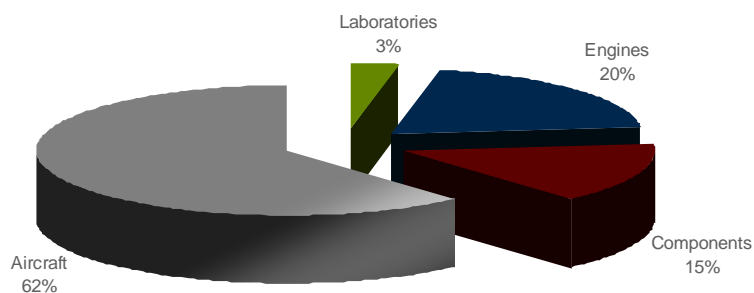


Figura 3.2 - Produção total - Origem do trabalho
Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010a

Os serviços fornecidos por este pólo podem ser divididos em três áreas principais:

- Manutenção de Motores (MM);
- Manutenção de Aeronaves (MA);
- Manutenção de componentes (MC).

Manutenção de Motores (ME/MM)

Compreendendo quatro edifícios com mais de 11000 metros quadrados e com cerca de 350 mecânicos e engenheiros, a TAP M&E ‘Engine Overhaul Shop’ (EOS) existe há trinta e cinco anos, prestando serviços tanto à frota da TAP Portugal como a terceiros. As suas capacidades incluem a revisão geral (*overhaul*) aos modelos dos motores da *Pratt & Whitney* JT3D e JT8D, CFM International CFM56-3 e CFM56-5A/5B/5C e CFM56-7B e *Rolls Royce* RB211-524B4 e D4, entre outros.

Manutenção de Aeronaves (ME/MA)

A Manutenção de Aeronaves oferece uma vasta gama de serviços, desde Manutenção de Linha, em Lisboa e noutras estações com pessoal da TAP, até manutenção de base, tais como de tipo¹² C, IL e D-checks, modificações, reparações estruturais, *ageing programs*, remodelação da cabine e pintura.

¹² A manutenção de base aeronaves civis adopta nomenclatura própria conforme o momento (calendário, horas de voo, ciclos, entre outros) que são feitas.

Nos três hangares totalmente equipados, que conseguem acomodar até 8 *narrow-body* e 3 *wide-body centre-lines*, 1100 trabalhadores estão certificados a prestar serviços nas frotas da Airbus A310, A330, A340 e família A320, assim como na frota Boeing B737 e na frota Lockheed L1011.

Manutenção de Componentes (ME/MC)

Com conhecimentos adquiridos ao longo dos anos através do apoio que presta à frota da TAP Portugal, a TAP ME oferece serviços de tipo revisão geral (*Overhaul*), reparação, teste e modificação a mais de 7000 componentes existentes no conjunto das seguintes aeronaves:

- Airbus (A310, família A320, A330 e A340);
- Boeing (B707 e B737);
- Lockheed (L1011).

3.2. Melhoria Contínua

É para a TAP ME um imperativo continuar a competir no mercado global e manter o posicionamento de referência actual (TAP Manutenção e Engenharia, 2010e).

Desta forma lançou, a 15 de Fevereiro de 2010, a Equipa de Melhoria Contínua para aumentar a sua competitividade e para dar continuidade ao processo de Melhoria Contínua que havia sido desenvolvido no ano de 2009 na Manutenção de Aviões (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011). Esta equipa é uma subárea da nova área de Transformação Organizacional, constituída igualmente pela subárea Certificação de Projectos. A subárea tem como missão definir, divulgar e zelar pelo cumprimento das políticas de Projecto ME, garantir a coordenação entre as Áreas e efectuar a ligação com as autoridades aeronáuticas no que diz respeito à certificação de Projectos.

Melhoria Contínua pode ser definida:

- Procura das soluções óptimas para qualquer processo produtivo/suporte (e das diversas fases que o compõem) através da extinção de todos os desperdícios e ineficiências;
- Procura da melhoria das condições de trabalho de todos os trabalhadores assegurando todos os requisitos necessários à correcta execução das suas tarefas;
- A melhoria contínua é um processo permanente. Após a resolução de um problema/ineficiência existirá sempre um novo problema passível de ser resolvido. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010e)

É importante a colaboração de todos os trabalhadores para as soluções aos problemas encontrados e ter em mente que é um processo contínuo (TAP Manutenção e Engenharia, 2010e).

Foi necessário, então, escolher uma metodologia de melhoria que se adequasse à realidade da ME: (i) à sua longevidade (já existe há mais de 60 anos); (ii) à sua dimensão (em número de trabalhadores e em área); (iii) à variabilidade (desde manutenção de motores a componentes); (iv) à necessidade de melhorias rápidas e visíveis; (v) ao desejo de envolver todos os trabalhadores nos processos de melhoria; (vi) ao apoio forte da gestão de topo.

Considerando as características da ME e comparando-as com as metodologias de melhoria existentes no mercado (comparação efectuada no capítulo anterior) a que melhor se adequa é, sem sombra de dúvidas, o *Lean*. O Eng.º Nuno Soares, coordenador da equipa afirmou o seguinte: “Concluimos que a metodologia *Lean* (magro), que consiste na eliminação do desperdício, embora fosse mais facilmente aplicada a linhas de montagem, podia ser também adaptada a uma MRO” (TAP Manutenção e Engenharia, 2010c).

A equipa de Melhoria Contínua tem os seguintes objectivos:

- Eliminar fontes de desperdício ou ineficiência nos diversos processos da TAP M&E auxiliando as diversas áreas na identificação de problemas, desenho de soluções e respectiva implementação;
- Identificar melhores práticas, fomentar partilha de conhecimento entre áreas e fornecer uma perspectiva externa sobre os diversos problemas enfrentados pelas áreas;
- Implementar uma dinâmica de participação activa de toda a organização na Melhoria Contínua, desde a identificação de obstáculos nas tarefas diárias mais simples à resolução de problemas estruturais mais complexas. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010e)

A equipa, coordenada pelo responsável da Transformação Organizacional da ME, Eng.º Nuno Soares, integra 3 elementos a tempo inteiro (também designados elementos centrais) e um elemento a tempo parcial da ME. O coordenador é responsável por liderar a equipa, gerir os seus recursos, o estado de avanço dos projectos e comunicação. Cada elemento da equipa é responsável por um ou vários projectos de melhoria contínua. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a) Para a selecção dos elementos foram tidas em conta a experiência superior a 3 anos, a sua capacidade de comunicação e organização bem como os conhecimentos de MS EXCEL (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011).

Para a formação da equipa a TAP recorreu ao auxílio de uma empresa de consultadoria que se manteve durante os primeiros 4 meses de actividade para auxiliar a implementar esta metodologia. A equipa efectuou, igualmente, visitas a outros centros MRO's e actividades com processos de Melhoria Contínua implementados (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011).

Para pôr em prática a metodologia *Lean* a equipa desenvolve Projectos-piloto. No âmbito da Melhoria Contínua, um “Projecto-Piloto” pode ser definido como sendo um projecto no qual se utilizam as ferramentas *Lean* para diagnosticar as fontes de desperdício de forma a serem eliminados através da redefinição dos processos, com o objectivo de torná-los mais eficientes. Implica a alteração de recursos e uma monitorização do projecto. Se for demonstrado que o novo processo é melhor que o anterior, o novo processo manter-se-á e se possível a sua aplicabilidade será estendida. É aplicado num ambiente real de forma a se obter os resultados mais exactos possíveis. São envolvidas no projecto-piloto as pessoas que percebem bem a realidade onde será empregue.

A criação de um projecto-piloto pode seguir uma das seguintes vias:

- 1) Indicação da própria Área;
- 2) Indicação da Direcção;
- 3) Sugestão da Área de Transformação Organizacional;
- 4) Sugestão de colaboradores (validada pela Área). (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011)

Aquando da decisão do projecto-piloto a desenvolver, um dos três elementos da equipa central de Melhoria Contínua é nomeado líder deste e nas reuniões bissemanais com os restantes elementos da equipa partilha a posição actual e os próximos passos a tomar.

Estas reuniões servem igualmente para ajudar o líder do projecto-piloto a superar dificuldades encontradas e através de discussão chegar a uma possível solução. (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011) A equipa de Melhoria Contínua define uma pessoa que terá como funções a contribuição e participação nas reuniões de *problem-solving* e facilitação de reuniões com as áreas envolvidas, denominada “Elemento de ligação da área” (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a).

A equipa dos “Agentes de Mudança da área ME” é constituída pelo “Líder dos Agentes de Mudança” (que, em alguns casos, poderá ser igualmente “Elemento de Ligação da Área”) e pelos “Agentes de Mudança”, pessoas que detêm todo o conhecimento técnico dos processos ou sub-processos. O primeiro é o responsável pelos Agentes de Mudança, e terá que trabalhar com o responsável do projecto e que garantir a implementação das iniciativas no terreno; por seu lado, os “Agentes de Mudança” colaboram no desenho das soluções e implementam as iniciativas no terreno. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011a)

Um projecto-piloto é constituído 6 fases típicas:

1. Preparar;
2. Diagnosticar;
3. Desenhar;
4. Planear;
5. Implementar;
6. Sustentar/Rollout. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b)

Preparar

Nesta primeira fase é criada a equipa dos agentes de mudança de acordo com o conhecimento do processo que se pretende melhorar.

As actividades principais a serem desenvolvidas ao longo desta fase são as seguintes: (i) Definir problema e aspiração; (ii) Formar equipa; (iii) Preparar e iniciar interacção entre os elementos da equipa; (iv) Definir informação necessária; (v) Planear actividades; (vi) Identificar Agentes de mudança (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b).

Para se cumprir com as actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.1:

Tabela 3.1 - Etapas a cumprir na fase de Preparação

Actividades a desenvolver	Resultado expectável da actividade
Reunião de definição do problema a estudar (Estrutura Primária da(s) área(s) envolvida(s) e Melhoria Contínua)	<p>Definição de aspiração/objectivo para o projecto (caso não o tenha sido feito pela área envolvida no âmbito dos projectos locais da área)</p> <p>Definição da equipa de projecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição do elemento de Equipa de Melhoria Contínua a integrar equipa de projecto - Definição dos elementos da área a integrar equipa de projecto (inclui definição do tempo alocado ao projecto - idealmente 100% para a duração do projecto)
Reunião de kick-off do projecto (elementos da(s) área(s) e elementos da equipa de Melhoria Contínua integrantes do projecto)	<p>Definição de Agentes de Mudança</p> <p>Preenchimento da folha de descrição do projecto.</p>
Sessão interna da equipa de Melhoria Contínua	<p>Definição de actividades a desenvolver na próxima fase (Diagnosticar) e preencher folha da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento de iniciativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição de análises a executar - Definição de entrevistas a executar
Afixação de folha de descrição de projectos na(s) áreas envolvida(s)	
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase.	

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

Diagnosticar

Nesta fase são recolhidos e analisados os dados que permitirão quantificar o estado actual do processo que se quer melhorar e é efectuado o “Current State VSM” (VSM do Estado Actual). Antes da conclusão desta fase é efectuado um relatório que é apresentado às áreas envolvidas e que será alvo de avaliação. Caso as áreas não concordem com o Diagnóstico, a equipa de Melhoria Contínua reavalia o processo. Após aceitação do Diagnóstico, esta fase encerra e passa-se à seguinte.

As actividades principais desta fase são as seguintes: (i) Fornecer formação “customizada” aos Agentes de Mudança; (ii) Efectuar análises e entrevistas; (iii) Analisar sistema operativo; (iv) Analisar infra-estrutura de gestão; (v) Analisar atitudes e comportamentos; (vi) Analisar Dados; (vii) Confirmar objectivos (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b). Para se cumprir com as actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Etapas a cumprir na fase de Diagnóstico

Actividades a desenvolver	Resultado expectável da actividade
Formação aos elementos integrantes da equipa de projecto por parte da Equipa de Melhoria Contínua	Aprendizagem por parte dos elementos da equipa dos princípios Lean, análises típicas e exemplos práticos.
Reunião com elementos do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento das actividades da fase actual do projecto	Atribuição de responsabilidades e prazos (<i>deadlines</i>) pelas análises e entrevistas pelos membros da Equipa de Projecto
Execução das análises e entrevistas	Elaboração de conclusões (identificação de causas de problemas) das análises efectuadas
Identificação de novas análises necessárias à identificação das causas dos problemas (opcional)	
Execução de novas análises e entrevistas (opcional)	Elaboração de conclusões (identificação de causas de problemas) das análises efectuadas (opcional)
Sessões de trabalho de análise das análises com todos os elementos da equipa de projecto	Identificação das causas dos problemas (5 WHY'S) sobre os resultados de todas as análises efectuadas Verificação se as causas identificadas correspondem às três vertentes de actuação do seu projecto - Sistema Operativo, Infra-Estrutura de Gestão e Atitudes e Comportamentos
Apresentação dos resultados e respectiva validação (informal) com sponsors de projecto e/ou hierarquia da área envolvida	Resultados validados e decisão de continuação para fase de desenho
Sessão interna da Equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos	Definição das actividades a desenvolver na próxima fase (desenho) e preenchimento da folha da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase	

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

Desenhar

Com o diagnóstico validado, dá-se início ao Desenho do “novo” processo. As actividades principais desta fase são as seguintes: (i) Desenhar estado-objectivo do sistema operativo e desenhar infra-estrutura de gestão para apoiar o sistema operativo (*Future State VSM*); (ii) Especificar atitudes e comportamentos para reforçar nova forma de trabalho; (iii) Confirmar objectivos (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b). Para se cumprir com as actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.3:

Tabela 3.3 - Etapas a cumprir na fase de Desenho

Actividades a desenvolver	Resultado expectável da actividade
Reunião com elemento do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento das actividades da fase actual do projecto	Folha de acompanhamento das actividades preenchida
Sessão(ões) de trabalho para brainstorming de soluções com todos os elementos da equipa de projecto	Hipótese de para o problema desenhado (em papel) Avaliação das soluções encontradas (avaliação de impacto vs facilidade de implementação)
Sessão(ões) de trabalho para detalhe das soluções encontradas	Soluções desenhadas e detalhadas em papel Verificação se as soluções abordam todas as causas definidas de Gestão e Atitudes e Comportamentos Cálculo do impacto financeiro e operacional face aos planeados no início do projecto
Preenchimento da folha de projecto com a solução final	
Apresentação da solução e validação informal das soluções com <i>sponsors</i> de projecto e/ou hierarquia da área envolvida	Validação para teste das soluções encontradas
Sessão interna da Equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos	Definição das actividades a desenvolver na próxima fase (Planear) e preencher folha de Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase.	

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

Planear

Esta fase consiste na elaboração de um plano de implementação do “novo” processo.

As actividades principais desta fase são as seguintes: (i) Desenvolver o plano de implementação; (ii) Identificar os recursos necessários; (iii) Identificar os factores chave de sucesso (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b). Para se cumprir com as actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.4:

Tabela 3.4 - Etapas a cumprir na fase de Planeamento

Actividades a desenvolver	Resultado expectável da actividade
Reunião com elementos do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento das actividades da fase actual do projecto	Folha de acompanhamento das actividades preenchida
Sessão(ões) de trabalho para definição do plano de implementação (a um nível micro de detalhe) com todos os elementos da equipa de projecto	Identificação de todas as actividades necessárias para a implementação Identificação dos responsáveis por cada actividade com respectivos prazos (<i>deadlines</i>). KPI's operacionais e financeiros a acompanhar para garantir impacto. Definição dos responsáveis pela actualização/medição destes KPI's e da respectiva periodicidade de actualização. Folha de planeamento de implementação preenchida
Actualização da folha de descrição do Projecto	Actualização da folha de descrição do Projecto
Elaboração dos posters implementação	Posters preparados

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

Implementar

Esta fase pode ser dividida em duas a implementação física, em que são colocadas em prática as mudanças, e a validação, em que se quantifica e monitoriza o impacto e se afere sucesso da solução, através da comparação com entre os indicadores do processo original e do processo actual. Caso o objectivo tenha sido alcançado, o piloto é fechado. Se, pelo contrário, o objectivo não for alcançado, o piloto continua na fase de implementação até se alcançar o desejo. Pode ocorrer o caso em que o piloto terá de ser fechado e admitir que o projecto não surtiu o efeito desejado. As actividades principais desta fase são as seguintes: (i) Implementar a solução desenhada; (ii) Acompanhar o progresso da implementação da solução; (iii) Aferir sucesso da solução (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b). Para se cumprir com as

actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.5:

Tabela 3.5 - Etapas a cumprir na fase de Implementação

Actividades a desenvolver	Resultado expectável da actividade
Divulgação dos posters de Implementação	
Reunião de Kick-off com os Agentes de Mudança	Garantir o alinhamento de todos os elementos envolvidos na implementação
Acompanhamento dos KPIs	Validação dos KPIs e monitorização do processo
Acompanhamento presencial dos primeiros “passos” de implementação	Novo processo implementado
Monitorização da implementação através da folha de acompanhamento da implementação	Folha de acompanhamento da implementação actualizada
Reuniões regulares com responsáveis por implementação para identificação de problemas do novo processo	Lista exhaustiva de problemas Elaboração de relatórios com problemas encontrados
Sessão(ões) de trabalho para brainstorming para resolução de problemas encontrados com todos os elementos da equipa de projecto	Lista de iniciativas de correcção dos problemas identificados com responsáveis e prazos (<i>deadlines</i>)
Cálculo do impacto operacional e financeiro final	Impacto final calculado
Reunião de conclusão do piloto e validação de <i>go/no go</i> para <i>rollout</i> com <i>sponsors</i> e/ou hierarquia da área envolvida	Validação para implementação “contínua” da solução
Sessão interna da Equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos	Definição das actividades a desenvolver na próxima fase (<i>rollout</i>) e preencher folha da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase	
Comunicação do sucesso através de posters afixados nas áreas (definir responsável por esta comunicação)	

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

Sustentar/*Rollout*

Se se verifica que o projecto-piloto foi um sucesso e que a aplicabilidade pode ser estendida a outras áreas procede-se para a fase de *Roll-out*.

As actividades principais desta fase são as seguintes: (i) Identificar áreas/processos/unidades a cuja implementação seja extensível; (ii) Expandir solução para essas áreas (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b). Para se cumprir com as actividades atrás mencionadas, são várias as etapas a cumprir, como se pode ver na Tabela 3.6:

Tabela 3. 6 - Etapas a cumprir na fase de *Roll-out*

Actividades a desenvolver	Resultado espectável da actividade
Reunião com responsáveis das áreas/processos passíveis de <i>rollout</i> para identificação, desenho e planeamento do processo de <i>rollout</i>	Lista de áreas/processos passíveis de <i>rollout</i> com descrição lógica (<i>rationale</i>) inerente
Quantificação de impacto operacional e financeiro do <i>rollout</i>	
Monitorização da implementação e acompanhamento dos KPIs, através da folha de acompanhamento da implementação	
Comunicação na reunião bimestral	Informação: -Fim de <i>rollout</i> -Impactos -KPIs

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2010b

O objectivo da equipa de Melhoria Contínua é que cada elemento tenha, simultaneamente, cerca de 3 projectos-piloto em mãos. De 2 em 2 meses a equipa tem que se reunir com a estrutura directiva da TAP ME para apresentar o ponto de situação dos projectos e para definição de novas oportunidades de melhoria. Para o engenheiro Nuno Soares “o facto de ter um apoio extraordinário por parte da direcção é factor chave para o sucesso na implementação deste tipo de actividade”. (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011)

Para o referido responsável da TAP ME é mais vantajoso criar a Equipa de Melhoria Contínua ao invés de subcontratar uma empresa de consultoria por duas razões: (i) a subcontratação dos serviços seria mais dispendioso que manter a equipa, aliás Nuno Soares afirma que “até ao momento o impacto financeiro estimado supera largamente os custos com a implementação da equipa”; (ii) o know-how fica na empresa (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011). Jones (2007) defende que os consultores são uma boa ajuda na fase inicial em que a empresa está a conhecer e a adquirir conhecimentos sobre a metodologia Lean. No entanto, é da sua opinião ainda que o desenvolvimento de projectos de melhoria terá de ser levada a cabo pela empresa, para garantir que os resultados obtidos serão estáveis (Jones, 2007).

As dificuldades das actividades de Melhoria Contínua podem ir desde de um ponto de vista cultural, uma vez que estamos a falar duma empresa com mais de 60 anos de existência há naturalmente uma resistência à mudança, até do ponto de vista operacional, uma vez que há necessidade de ter os “Agentes de Mudança” fora do seu local de trabalho uma vez por outra. (Eng.º N. Soares, entrevista pessoal, 31 de Maio, 2011)

Para além das actividades desenvolvidas pelos elementos da Equipa de Melhoria Contínua no desenvolvimento de pilotos, os colaboradores da TAP (externos à equipa de Melhoria Contínua) podem enviar sugestões de melhoria que serão alvo de análise. O “Tratamento de Sugestões” cumpre igualmente, uma série de actividades:

- 1) Recepção das sugestões via e-mail;
- 2) Resposta ao e-mail de origem a confirmar a recepção e a informar que a sugestão será analisada, num prazo de 10 dias desde a recepção do e-mail;
- 3) Análise da sugestão quanto à sua aplicabilidade num conceito de Melhoria Contínua;
- 4) Envio para a área envolvida, para análise, definição de métodos de contenção (se aplicável) e decisão de implementação. No caso em que se trate de uma sugestão que NÃO se enquadre num conceito de melhoria contínua, o emissor é informado e o processo é arquivado. A actividade de ME/TO/MC termina. Esta quarta tarefa tem um prazo de 30 dias, desde o seu início;
- 5) Após a recepção da decisão da Área (ou a cada 60 dias) informa-se o emissor (com cópia para todos os elementos de ME/TO/MC e para a área) a conclusão da análise (ou a informar que ainda se encontra em análise) e os próximos passos. É efectuado em intervalos de 60 dias;
- 6) Acompanhamento da implementação da sugestão;
- 7) Comunicação ao emissor a conclusão da implementação;
- 8) Arquivamento do processo. O Tratamento das Sugestões é tratado por qualquer um dos três membros da equipa de Melhoria Contínua, e é uma responsabilidade que é rotativa, ou seja, passa de membro para membro. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b)

Nas reuniões bimestrais com a estrutura directiva são divulgados os pontos - situação da(s) sugestão(ões). É sugerido à Área que o emissor seja integrado na equipa de implementação. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010b)

3.2.1. Projectos-piloto Concluídos

Até à presente data a equipa de Melhoria Contínua já concluiu 10 projectos-piloto, a saber “Expedição de Material”, “Visual Management”, “Follow up de Compras”, “A-Checks A340 em 24 Horas”, “Antecipação de Material AE”, “Antecipação de Material HP”, “5S Acessórios Mecânicos”, “5S Hangar 5”, “5S Hangar 4”, “5S Armazém de equipamentos e ferramentas do Hangar 5”. De seguida serão explicitados os pressupostos de cada projecto-piloto referido, assim como as soluções aos problemas e respectivos resultados.

Expedição de Material

O primeiro projecto-piloto a ser concluído, a 15 de Julho de 2010, foi “Expedição de Material”, desenvolvido nas áreas da Manutenção de Motores (ME/MM) e de Logística (ME/LG) (TAP Manutenção e Engenharia, 2010c).

Aquando da manutenção de um motor na Oficina de Reparação de Motores da TAP podem surgir peças que, por motivos como não ter capacidade para reparar a peça em questão ou por falta de laboratório para inspecção, tem que seguir para o exterior. Estas peças seguem, então, por um circuito interno. E logicamente quanto mais rápido seguir para reparação no exterior mais rápido retorna, evitando que haja atrasos no TAT do motor. Sendo assim, e para agilizar o circuito interno, de forma a reduzir os tempos de espera entre (e de) processos e ainda melhorar a comunicação ao longo do processo foi criado o projecto-piloto. Historicamente, este processo tinha uma duração média de 14 dias. Após o piloto, o tempo médio passou a 5 dias, ultrapassando os objectivos iniciais. (TAP Manutenção e Engenharia, 2010c)

Visual Management

A 13 de Outubro de 2010 foi concluído projecto-piloto “Visual Management” que abrangeu 5 grupos de trabalho da Manutenção de Motores: Desmontagem Final, Montagem Final, Subconjuntos, Limpeza e Inspeção Dimensional. Visou a criação de uma ferramenta de gestão visual para facilitar a organização e planeamento do trabalho diário, garantir a troca de informação em tempo útil e a fiabilidade da informação partilhada, no que se refere ao estado geral dos motores em oficina, tarefas planeadas por módulos e as planeadas versus realizadas. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c)

De acordo com os questionários efectuados, perto de 70% dos trabalhadores consideram “bons” ou “muito bons” os benefícios desta ferramenta no dia-a-dia da oficina; quanto à informação disponibilizada pela ferramenta, quase 56% avaliam-na como “boa” ou “muito boa” (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c).

Seguimento (*Follow up*) de compras

Concluído a 30 de Novembro de 2010, o projecto-piloto “Follow up de compras” teve resultados positivos: a percentagem de encomendas entregues dentro do prazo subiu 7%, a de encomendas com data de entrega confirmada pelo fornecedor aumentou 19% e o tempo

médio de colocação da encomenda no fornecedor (procedimentos internos) melhorou 15%, passando de 4.1 para 3.5 dias (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c).

A-Check A340 em 24 Horas

O objectivo do projecto-piloto “A-Check A340 em 24 Horas” era a redução do TAT da inspecção à frota A340 de 36 para 24 horas. Desenvolvido na Manutenção de Aviões e envolvendo as áreas de Planeamento, Pequena Manutenção, Logística e várias oficinas desta área, este piloto surgiu do facto da necessidade de aumentar o número de inspecções, como a A-Check, realizada a cada 800 horas de operação, devido ao aumento de destinos/frequências da TAP no Verão IATA de 2011 (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c).

Apesar do objectivo não ter sido totalmente atingido, verificou-se que ao fim de 24 horas, em média 95% dos trabalhos de inspecção estão realizados, representando um aumento de 17% face ao histórico (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c).

O resultado atingido do projecto-piloto, finalizado a 10 de Dezembro de 2010, foi a realização do A-Check A340 em 28 horas, sem custos adicionais, sendo que o impacto financeiro da disponibilidade de uma aeronave para mais 8 horas de voo é muito “significativo” (TAP Manutenção e Engenharia, 2011c).

Antecipar Material AE

Os objectivos deste projecto-piloto eram os seguintes:

1. Reajustar o processo de reparação de unidades com enfoque na melhoria do tempo dispendido ao longo do processo, desde que as unidades entram em oficina e são entregues no grupo de trabalho até que efectivamente é feito o pedido de material necessário à sua reparação;
2. Criar uma ferramenta de gestão visual para auxiliar o controlo de entradas no grupo de trabalho e permitir um acompanhamento apertado das tarefas a efectuar em oficina até as unidades ficarem imobilizadas por requisição de material ao armazém ou ao exterior. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Os resultados foram bastante positivos:

- O tempo decorrido entre a recepção da unidade no grupo e a 1ª interrupção diminui 50%;
- A variabilidade do TAT das unidades intervencionadas no grupo diminui em 20%;
- O TAT médio das unidades com TAT longo, ou seja, TAT superior a 35 dias, diminui 10%;
- A distribuição da mão-de-obra pelas unidades não urgentes melhorou;
- A ferramenta de Gestão Visual foi implementada com sucesso. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Antecipar Material Hidráulicos e Pneumáticos (HP)

Este piloto, desenvolvido no grupo dos Hidráulicos e pneumáticos tinha dois objectivos:

1. Alterar o processo de reparação das unidades de forma a minorar o tempo que decorre desde a entrada da unidade na Oficina até que é feito o primeiro pedido de material;
2. Criar uma ferramenta de gestão visual para permitir o controlo mais rigoroso das entradas na Oficina, por um lado, e da evolução das unidades até à sua imobilização por pedido de material (tanto em armazém como ao exterior), por outro. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Os resultados obtidos são os seguintes:

- Redução de 23% no TAT nas unidades exclusivas do grupo do piloto;
- Redução de 20% do tempo decorrido até à primeira interrupção;
- Redução de 45% do tempo dispendido entre a última interrupção e a saída da unidade;
- Implementação da ferramenta de Gestão Visual que foi alargada a todo o processo de reparação, desde a entrada até à saída, ao invés do inicialmente estabelecido;
- Distribuição mais uniforme da MDO que permite não negligenciar as unidades não urgentes em detrimento das urgentes. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

5S nos Acessórios Mecânicos

Com base na ferramenta 5S, este projecto-piloto segue todas as fases de um projecto-piloto vulgar. Vários são os aspectos positivos a apontar em relação ao desenrolar deste piloto, a saber:

- Curta Duração;
- O empenho dos colaboradores envolvidos foi cada vez maior;
- Visitas da Direcção ao local;
- Dedicção a 100% dos elementos da Equipa 5S durante o decorrer do projecto. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Os pontos menos favoráveis a reter foram a falta de investimento para potenciar o resultado e a escolha do local (local organizado o que não permitiu alcançar o impacto desejado). (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

5S nos Hangar 5, Hangar 4 e Armazém de equipamentos e ferramentas do Hangar 5

Neste tópico optou-se por se juntar os três projectos-piloto para não se repetir a informação. Da mesma forma que o projecto-piloto atrás mencionado, estes três também se baseiam na ferramenta 5S. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Os aspectos positivos a apontar são os seguintes:

- Curta duração;
- Resultado final;
- O empenho dos colaboradores envolvidos foi cada vez maior;
- Visitas da Direcção ao local;
- Ideias já existentes foram comunicadas durante o evento;
- Esforço para encontrar soluções que satisfizessem as várias equipas/turnos;
- Pro-actividade dos colaboradores. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Os pontos menos favoráveis a apontar são os seguintes:

- Alguns colaboradores não estiveram dedicados 100% ao evento;
- Falta de investimento para potenciar o resultado;
- Falta de dinâmica inicial;
- Falta de mão-de-obra;
- Dificuldade em definir a prioridade do evento 5S face aos restantes trabalhos da área. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

3.2.2. Projectos-Piloto em Curso

São 8 os projectos que se encontram em desenvolvimento: (1) “Gestão de Equipamentos Críticos de Apoio de Hangar”; (2) “Mangas de Salvamento Manutenção de Componentes”; (3) “Materiais em *Closed Loop* na Manutenção de Aviões”; (4) “Circuito de Componentes”; (5) “Prevenção de Acidentes de Trabalho na Manutenção de Motores”; (6) “Utilização de PMA’s na M&E”; (7) “Processo de Facturação”; (8) “Planeamento de Prioridades”. O último projecto, “Planeamento de Prioridades”, não será abordado de seguida, uma vez que é o alvo de estudo no Capítulo 4.

Gestão de Equipamentos Críticos de Apoio de Hangar

Os objectivos deste projecto-piloto são os seguintes:

- Dinamização da utilização de Equipamentos;
- Definição dos equipamentos necessários por tipo de inspecção;
- Definição de ferramenta de gestão;
- Gestão e controlo de equipamentos. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

O Diagnóstico permitiu descobrir muitas oportunidades de melhoria, como por exemplo, organização/arrumação dos espaços, solucionar os problema dos equipamentos sem utilização que só ocupam espaço, adequar o número e/ou funcionalidade dos equipamentos. Antes do projecto-piloto a gestão era feita *on demand*. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

O plano de acção passa por aplicar a metodologia 5S e quatro projectos em modelo de 4 semanas. A metodologia 5S já foi aplicada a dois hangares e ao armazém dos equipamentos. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Neste momento encontra-se na fase “Planear”, como se pode ver na Figura 3.3

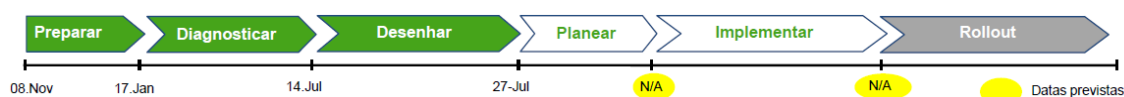


Figura 3.3 - Barra temporal “Gestão de Equipamentos Críticos de Apoio de Hangar”
Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

Mangas de Salvamento Manutenção de Componentes

São três os objectivos deste projecto-piloto: (1) aumentar a capacidade produtiva da oficina; (2) aumento da eficácia do planeamento; (3) optimização do potencial das mangas.

Está na fase “Diagnosticar”, como se pode ver pela Figura 3.4. O Mapeamento do processo (VSM) de overhaul das mangas e do processo de planeamento levou: (i) à identificação dos constrangimentos nas diferentes fases do processo; (ii) ao acompanhamento de overhaul e de substituição de manga em avião; (iii) à análise de informação e recolha de indicadores. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

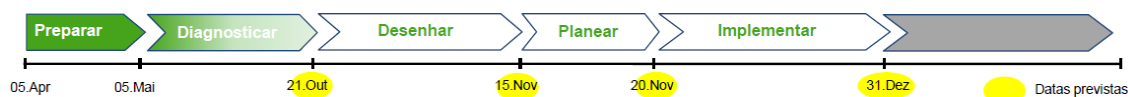


Figura 3.4 - Barra temporal “Mangas de salvamento Manutenção de Componentes”
Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

Materiais em *Closed Loop* na Manutenção de Aviões

São três os objectivos deste projecto-piloto: (1) aumentar a utilização das “Mini-oficinas” de forma a garantir uma diminuição nos TAT’s de reparação de materiais em *Closed Loop*; (2) melhorar a monitorização do circuito oficial de reparação; (3) assegurar a comunicação entre os diversos intervenientes no processo. De acordo com a Figura 3.5, encontra-se na fase “Implementar” e até agora o critério de decisão do local de reparação foi alterado; o circuito de transporte foi redesenhado com o intuito de aumentar a sua eficiência; foram recolhidos dados de monitorização dos circuitos de reparação e do número de peças reparadas nas mini-oficinas e definidos como KPI’s. Foram ainda redefinidos os processos de monitorização dos KPI’s por área. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

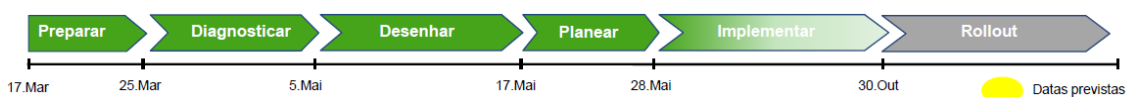


Figura 3.5 - Barra temporal “Materiais em *Closed Loop* na Manutenção de Aviões”
Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

Circuito de Componentes

Este projecto-piloto tem como objectivo garantir que o TAT dos componentes dos Reactores CFM56-3 de clientes é tal que a data de entrega do reactor é cumprida, conforme contrato celebrado com o cliente. Como é visível pela Figura 3.6, está na fase final de Implementação. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)



Figura 3.6 - Barra temporal “Circuito de Componentes”

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

São várias as actividades desenvolvidas no âmbito deste projecto-piloto, a saber: (i) compilação e tratamento da informação dos reactores CFM56-3 de Clientes; (ii) listagem de componentes retirados dos Reactores; (iii) mapeamento dos processos; (iv) grau de correlação entre o TAT do reactor/acessórios, ou seja, perceber como a variação do TAT dos acessórios afecta o TAT global do reactor; (v) redesenho de processos; (vi) planeamento modular integrado, através de criação de janelas de remoção/intervenção/instalação e partilha de informação de forma privilegiada. Foram monitorizados e acompanhados os progressos da implementação em quatro eventos. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Prevenção de Acidentes de Trabalho na Manutenção de Motores

Com o sucesso deste projecto-piloto a sinistralidade laboral será reduzida, através da identificação e correcção de situações de risco, e ainda será disseminada uma cultura de segurança (“Zero Acidentes”). Esta neste momento a ser implementado, como é visível na Figura 3. 7 e para já foram desenvolvidas as seguintes actividades: (i) compilação de dados referentes aos anos 2007, 2008 e 2009; (ii) elaboração/entrega/avaliação das respostas de um questionário aos colaboradores; (iii) desenvolvimento de uma check list para avaliação dos postos de trabalho; (iv) análise dos postos de trabalho; (v) análise das oportunidades de melhoria; (vi) definição de prioridades de actuação; (vii) redesenho do processo de participação de acidentes de trabalho. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

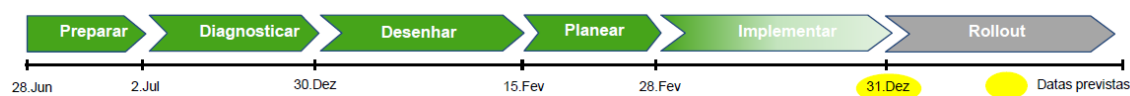


Figura 3. 7 - Barra temporal “Prevenção de Acidentes de Trabalho na Manutenção de Motores”

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

Utilização de PMA¹³s na ME

Como este projecto-piloto pretende-se definir linhas orientadoras que permitam a “dinamização” da utilização dos PMA na TAP ME, com a consequente redução de custos. Neste

¹³ PMA- *Parts Manufacturer Approval*.

momento está a decorrer a fase “Desenhar”, como se é visível na Figura 3.8. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)



Figura 3.8 - Barra temporal “Utilização de PMA’s na ME”

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

São várias as actividades desenvolvidas até esta fase: Compilação de dados, de 2001 a Junho de 2010; pares OEM_PMA registados/abertos/fechados; redesenho do processo de aceitação de material FAA-PMA (avaliação económica; aprovação técnica e aprovação contratual); definição da aplicabilidade contratual para as frotas A330/A340; análise da base de dados Star Alliance, avaliação económica e definição de prioridades para a aprovação técnica; definição de objectivos na utilização de PMA. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Da avaliação técnica foram concluídas as avaliações de aproximadamente 73% dos *Part Numbers* definidos como prioritários. O tempo médio de aprovação foi 88 dias. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

Processo de Facturação

Este projecto-piloto tem como objectivo a redução do tempo médio de facturação e melhorar a qualidade da factura, de forma a diminuir o número de reclamações. Neste momento, e como se pode ver pela barra temporal da Figura 3.9, encontra-se na fase “Diagnóstico”. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)



Figura 3.9 - Barra temporal “Processo de Facturação”

Fonte: TAP Manutenção e Engenharia, 2011b

Até ao momento foi feita a compilação e análise de dados (de 2008 a 2010) e as facturas foram caracterizadas por evento, cliente, facturação ou classificação. Dos questionários realizados aos clientes no ano 2010 obteve-se a sua percepção. Efectuou-se o mapeamento dos diversos processos (VSM) de emissão de facturas. E ainda foi feita uma análise aos contratos. (TAP Manutenção e Engenharia, 2011b)

4. Desenvolvimento

4.1. Metodologia

Para alcançar o objectivo desta dissertação foi empregue como metodologia o Caso de Estudo da Equipa de Melhoria Contínua da transportadora aérea TAP Portugal. Segundo Felipa Reis (Reis, 2010),

“Um caso de estudo consiste numa investigação de uma organização ou de um grupo de forma a responder às interrogações sobre um fenómeno ou um acontecimento. Constitui uma forma de se fazer trabalho empírico ao investigar um fenómeno actual dentro do seu contexto real, onde as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidas e na situação em que múltiplas fontes de evidência são utilizadas.”

Durante 8 meses acompanhou-se e colaborou-se com o trabalho efectuado pela Equipa de Melhoria Contínua TAP. O Engenheiro Nuno Soares pretendia que o acompanhamento fosse proactivo para que se desenvolvessem competências ao nível da “Gestão de Projectos de Melhoria Contínua” e assim foi feita uma integração no desenvolvimento de 4 projectos:

- (1) Circuito de Acessórios de Motores;
- (2) Planeamento de Prioridades;
- (3) Antecipar Material;
- (4) Gestão de Equipamentos Críticos da Manutenção de Base.

A participação foi feita em 4 fases distintas:

- (1) Familiarização com processos/métodos de Melhoria Contínua;
- (2) Familiarização com os projectos;
- (3) Desenvolvimento de actividades de Melhoria Contínua;
- (4) Elaboração de relatórios sobre as actividades efectuadas.

Na primeira fase recebeu-se formação/informação referente a métodos utilizados nos processos de Melhoria Contínua, assim como o *Modus Operandi* da Equipa, através de leitura de livros de referência sobre a metodologia *Lean* bem como os manuais e apresentações internas da equipa.

A segunda fase serviu para contactar com os quatro projectos anteriormente referidos para perceber no que consistiam, os seus objectivos, entre outros aspectos.

Com as informações retiradas na segunda fase, e analisando vários prós e contras (início do projecto, fim do projecto, ...) foi escolhido, conjuntamente com o Orientador da

TAP M&E, um dos quatro projectos. A partir desta escolha, a atenção ficou centrada no projecto em questão, não descurando a colaboração com outros projectos.

O projecto escolhido foi o Planeamento de Prioridades por vários motivos, a saber: a previsão de conclusão do projecto se adequar ao desenvolvimento da dissertação; apesar de se encontrar na etapa “Desenhar”, a integração no projecto ser relativamente fácil.

4.2. Projecto-Piloto: Planeamento de Prioridades

Nesta secção são explicadas todas as etapas necessárias para a implementação da metodologia *Lean* no Projecto-Piloto Planeamento de Prioridades. Cada subsecção inclui a descrição de cada uma das seis etapas.

4.2.1. Preparar

A Manutenção de Componentes (MC) da TAP M&E está dividida em quatro áreas:

- Componentes Hidráulicos e Pneumáticos (HP)
- Instrumentação, Electrónica e Rádio (IE)
- Combustível e Óleo
- Componentes Mecânicos (EM) (TAP Maintenance & Engineering, n.d. b)

As unidades que são recepcionadas na Manutenção de Componentes para reparação para além da sua identificação (Designação, *Part Number*, *Serial Number*, número de Obra, etc.) deveriam ter uma Data de Necessidade, isto é, data na qual a unidade terá de estar pronta a sair da Oficina. No entanto, para muitas unidades, não existe uma data de necessidade predefinida. A informação que se tem é que futuramente essa unidade deverá estar disponível para avião.

Para eliminar este problema, a própria área (MC) sugeriu a criação dum projecto-piloto que seria denominado PLANEAMENTO DE PRIORIDADES, com o seguinte objectivo: Criar um Modelo que, com base num conjunto de dados, estime a data de necessidade de modo a que cada grupo consiga definir as suas prioridades e, consequentemente, cumprir os prazos.

A 16 de Abril de 2010 deu-se início à primeira etapa da implementação do projecto-piloto em questão com a Reunião de *kick-off*. A equipa foi constituída da seguinte forma: (i) Líder (Coordenador do projecto de Melhoria Contínua): Eng.^a Ana Neves; (ii) Elemento de Ligação da Área: Eng.º José Duarte; (iii) Líder dos agentes de mudança na IE (Instrumentação e Electrónica): Eng.º Tito Xavier; (iv) Líder dos Agentes de Mudança na HP (Hidráulicos e Pneumáticos): Eng.º Humberto Baltazar.

Ao criar um projecto-piloto o objectivo é, a longo prazo, e caso este seja validado, estender a todos os grupos da Oficina. Inicialmente é aplicado a uma parte desse Fluxo de Valor, de forma a ter uma ambiente controlado para facilitar a implementação das mudanças. Como tal, a equipa deste piloto definiu que seria desenvolvido no Grupo de Baterias, que faz parte da Instrumentação Electrónica e Rádio.

Estabeleceu-se que seria necessário recolher informação sobre o Grupo de Baterias e estudar metodologias típicas de planeamento de prioridades usadas pela indústria (como por exemplo Hospitais e indústria Automóvel) para se ter uma ideia de como se poderia efectuar a solução. Os elementos da equipa interagirão, entre si através recorrendo ao correio electrónico, vulgo *e-mail*.

4.2.2. Diagnosticar

A 4 de Maio de 2010, inicia-se esta fase com Formação aos elementos da equipa do projecto-piloto, por parte da Equipa de Melhoria Contínua, sobre a metodologia *Lean*: explicaram-se os passos de um projecto-piloto; definiu-se metodologia *Lean*, bem como os seus princípios e ferramentas mais usadas na realidade ME. No final da Formação efectuou-se uma simulação prática de construção de aviões de papel em série (com várias fases para demonstrar como alterações reduzem o desperdício e trazem valor acrescentado), para melhor se assimilarem os conteúdos apreendidos.

Foi feito um acompanhamento *in loco* do circuito interno das baterias. No entanto, não foi efectuado um diagnóstico formal, com recurso a análises e entrevistas, e como tal, também não foi realizado o relatório em que são apresentados os resultados obtidos, que teriam que ser alvo de aceitação pelos *sponsors* do projecto e/ou hierarquia. Esta falha terá duas consequências: (1) prejudicar o desenvolvimento do piloto, como se verá mais à frente; (2) dificuldade em quantificar tanto operacional como financeiramente o impacto deste piloto.

A decisão de não se efectuar um diagnóstico formal prendeu-se com o facto de a definição de prioridades não ter critérios definidos e não ser efectuada de forma padronizada, consoante a situação, assim as prioridades eram alteradas.

É de reter que na Oficina MC/IE/EM, Grupo de Baterias, são intervencionados 4 tipos de P/N's de baterias (405CH, 2758, 4059 e 2520), podendo, esporadicamente, surgir mais dois P/N's. Neste grupo trabalha um técnico especialista em baterias durante o turno de trabalho de 7,5 horas.

4.2.3. Desenhar

A 8 de Junho de 2010 dá-se início á terceira fase da implementação. Na reunião com a equipa são apresentadas as melhores práticas de planeamento de prioridades levadas a cabo pela indústria automóvel e pelos Hospitais.

Criou-se um modelo teórico no Excel, com auxílio de Macros, para solucionar o problema definido na primeira fase.

Os objectivos do modelo foram os seguintes:

1. Facilitar a actividade de planeamento na Oficina de Componentes;
2. Auxiliar na prioritização diária das unidades que entram em Oficina para reparação;
3. Melhorar o balanceamento entre as unidades planeadas e as não planeadas;
4. Garantir o cumprimento das datas de necessidade das unidades e, por sua vez, a satisfação do Cliente final;
5. Antecipar a análise de soluções alternativas para as unidades cujas datas de necessidade poderão não ser satisfeitas face à carga oficial.

O ambiente experimental era o seguinte:

- i. Oficina MC/IE/EM, grupo de Baterias;
- ii. 1 turno de trabalho de 7,5 horas;
- iii. 1 técnico especialista em baterias;
- iv. Não existe sobreposição de trabalhos, uma bateria intervencionada de cada vez;
- v. 40 entradas de baterias registadas no período de 02-23 Junho.

Para ajustar o modelo teórico à realidade da MC/ME foi necessário ter em conta um conjunto de pressupostos:

1. Para os 4 tipos de P/Ns de baterias consultou-se no sistema o número de entradas em Oficina planeadas e não planeadas durante o ano 2009. A periodicidade de entrada de cada P/N ao ano foi calculada em dias de calendário.

Tabela 4. 1 - Periodicidade de cada P/N.

P/N	N.º de entradas	Periodicidade (P)
2520	72	5,07
2758	533	0,68
4059	239	1,53
405CH	112	3,26

A periodicidade é dada pela seguinte equação:

$$P = \frac{365}{N.^{\circ} Entradas} \quad (4.1)$$

Ou seja, de P em P dias é necessária uma unidade.

2. O principal critério de prioridade escolhido foi a Data de Necessidade (da menor para a maior). O 2º critério foi a Mão-de-obra *standard* (MDO Std.).

As equações (4.2), (4.3), (4.4) e (4.5) mostram como é calculada a data de necessidade. Na equação (4.4) a letra S significa Stock em armazém de unidades com o mesmo P/N.

$$Data\ Necessidade = Data\ de\ entrada + TAT_{m\acute{a}x} \quad (4.2)$$

$$TAT_{m\acute{a}x} = \min(TAT_1; TAT_2) \quad (4.3)$$

$$TAT_1 = TAT_{hist\acute{o}rico} - N.^{\circ} dias\ de\ trabalho\ passados \quad (4.4)$$

$$TAT_2 = P \times (S + 1) \quad (4.5)$$

Notas:

- No caso em que a data de necessidade coincidia no fim-de-semana ou feriado, era ajustada, por defeito, para dia útil.
- No dia em que a unidade entra na oficina TAT₁ não é calculada.
- Explicação do cálculo TAT₂: A multiplicação entre o stock em armazém e a periodicidade dá-nos o tempo, em dias, que falta até o stock em armazém chegar a 0. Ao número de unidades em stock em armazém é somada uma unidade, no caso em que já não há unidades em armazém e se está a intervir uma unidade desse mesmo P/N. Se não se fizer, o TAT₂ é igual a 0, o que é incorrecto, pois não se toma em consideração a periodicidade.

3. No início de cada dia, e para cada P/N de bateria, o nível de stock considerado foi sempre a menor quantidade possível existente em armazém. Ao final do dia o nível de stock em armazém aumenta se nesse dia forem concluídas unidades do mesmo P/N.

4. Assim que uma unidade entra em oficina, o seu Tempo de reparação, em dias, é considerado como sendo igual a MDO Std, em dias. A partir do momento que é intervir a unidade o Tempo de reparação é igual ao tempo que falta para concluir, ou seja

$$Tempo\ de\ reparação = MDOstd - Tempo\ intervenção \quad (4.6)$$

5. Para o mesmo dia, e já após a ordenação pela data de necessidade, segue-se o cálculo dos Tempos de Reparação Acumulados, ou seja,

$$Exequível_i = Exequível_{i-1} + Tempo\ de\ reparação_i \quad (4.7)$$

Se

$$Exequível \leq TAT_{m\acute{a}x} \times 1,01 \quad (4.8)$$

Então considera-se que é possível concretizar a tarefa até a data de necessidade. Caso contrário, considera-se que não será possível concluir dentro do prazo.

Nota: o factor 1,01 é um factor de segurança, aumenta o TAT máximo em 10%.

6. Tempo Remanescente indica o tempo em falta para concluir a reparação das unidades.

7. Para uma unidade por concluir ao final do dia, segundo o modelo, havia 3 hipóteses de decisão:

- Hipótese 1: Se o dia em que se estava a trabalhar correspondia à data de necessidade (e o tempo remanescente era inferior a 3 horas) então os trabalhos em falta eram realizados em horário extraordinário para se concluir a bateria, evitando assim o seu atraso.
- Hipótese 2: Se o dia em que se estava a trabalhar correspondia à data de necessidade (e o tempo remanescente era superior a 3 horas) então a bateria atrasava e os trabalhos em falta eram realizados no dia seguinte).
- Hipótese 3: Se o dia em que se estava a trabalhar não correspondia à data de necessidade, os trabalhos em falta eram realizados no dia seguinte.

Considerou-se que os trabalhos realizados podem ser interrompidos.

Para se compreender melhor os pressupostos do modelo, será apresentado como o dia 7 de Junho de 2010, em que entraram de três unidades com o mesmo P/N (2758), mas que vão ser alvo de intervenções diferentes, e como tal a mão-de-obra e o TAT são diferentes, mas o stock em armazém é igual (6 unidades). Vão ser distinguidas pela letra minúscula que se segue ao P/N.

Tabela 4. 2 - Exemplo Oficina das Baterias

P/N	Data de Entrada	Periodicidade	MDO std. [dias]
2758a	07-06-2010	0,68	0,39
2758b	07-06-2010	0,68	0,39
2758c	07-06-2010	0,68	0,39

A Periodicidade deste P/N está presente Tabela 4. 1. A mão-de-obra standard é retirada do histórico.

Tabela 4. 3 - Exemplo Oficina das Baterias (continuação)

P/N	TAT ₁ [dias]	TAT ₂ [dias]	TAT _{máx} [dias]	Data de Necessidade
2758a	-	4,76	4,76	11-06-2010
2758b	-	4,76	4,76	11-06-2010
2758c	-	4,76	4,76	11-06-2010

Como todas as unidades deram entrada no dia 7 de Junho, o seu TAT₁ não é calculado; TAT₂ é calculado através da equação (4.5). Uma vez que as três unidades têm o mesmo P/N, tanto a periodicidade como o stock em armazém é igual, o que leva a que TAT₂ também o seja. A Data de Necessidade é obtida pela equação (4.2).

Tabela 4. 4 - Exemplo Oficina das Baterias (conclusão)

P/N	TAT _{máx} [dias]	Tempo de reparação [dias]	Exequível		Tempo remanescente [dias]
2758a	4,76	0,39	0,39	Sim	0
2758b	4,76	0,72	1,11	Sim	0,11
2758c	4,76	0,85	1,96	Sim	0,85

O Tempo de reparação no dia de entrada é igual ao MDO std. De acordo com a equação (4.7), o valor “Exequível” da primeira unidade, 2758a, é igual ao Tempo de reparação. A unidade 2758b já terá um valor “Exequível” igual à soma entre o valor de “Exequível” de 2758a e o Tempo de reparação de 2758b. O mesmo raciocínio é feito para a terceira unidade.

Ainda analisando a Tabela 4. 4, na coluna 4 verifica-se que apenas existe a palavra “Sim”. É nesta coluna que, após o cálculo da equação (4.8), em que se verifica se é possível cumprir a Data de Necessidade, o modelo coloca “Sim”; caso contrário, aparece “Não”. Desta forma é possível perceber que unidades irão atrasar. Na coluna 5, “Tempo remanescente”, surge o tempo que falta para terminar a intervenção da unidade. Neste exemplo, não há unidades que tenham sido iniciadas em dias anteriores. Sendo assim, a primeira unidade consegue ser intervencionada na sua totalidade no mesmo dia, e como tal, o Tempo remanescente é igual a zero; à segunda unidade fica a faltar apenas 0,11 do seu tempo total (0,72); no caso da terceira unidade, hoje nem sequer é intervencionada.

A simulação do modelo teórico, no período de 2 a 23 de Junho de 2010, de acordo com os pressupostos descritos anteriormente, com dados históricos da Oficina apresentou resultados favoráveis:

1. O número de baterias reparadas no período de 02 a 23 de Junho: de acordo com o modelo apresentado, a Oficina repararia, das 40 entradas registadas, 25 baterias, quando na realidade foram reparadas 27 baterias. O modelo teórico não permite a sobreposição de tarefas, enquanto que na prática, há possibilidade de sobreposição de tarefas.

2. Tempo médio de permanência das baterias em Oficina: o tempo médio de permanência das baterias em Oficina é igual a 3,28 dias, de acordo com o modelo, metade do que é obtido na prática (9,44 dias).

3. Datas de saída reais versus Datas de saída calculadas segundo o modelo: das 25 baterias reparadas segundo o modelo, apenas numa unidade se verificou que a data real era inferior à data modelo. Ou seja, com o modelo, praticamente todas as baterias sairiam mais cedo da Oficina.

4. Datas de saída versus Datas de necessidade ambas calculadas segundo o modelo: das 25 baterias reparadas segundo o modelo, 19 seriam entregues antes ou na própria data de necessidade enquanto que 6 baterias sofreram atraso, em média de 2 dias.

5. Datas de saída reais versus Datas de necessidades calculadas segundo o modelo: utilizando como referência as Datas de Necessidade dadas pelo modelo, das 25 baterias finalizadas, 22 não seriam entregues na data prevista.

Para tornar o modelo mais adequado à realidade da ME/MC dever-se-ão considerar as seguintes condições: (i) Sobreposição dos trabalhos; (ii) Número de técnicos envolvidos por tipo de reparação; (iii) Famílias de unidades onde será possível aplicar este Modelo de Planeamento de Prioridades; (iv) N.º de turnos considerados na reparação das unidades; (v) Periodicidade de actualizações do modelo (no limite a cada entrada de unidade); (vi) Trabalhos que não podem ser interrompidos uma vez iniciados.

Esta solução foi assim validada e segue-se para a próxima fase.

4.2.4. Planear

Através de sessões de trabalho ficou definido o plano de implementação, ou seja, identificação de todas as actividades necessárias para a implementação, identificação dos responsáveis por cada actividade. Uma vez que não houve diagnóstico formal, não foram definidos KPI's, mas ficou definido que após a implementação, se possível, se fará uma análise comparativa entre o pré-piloto e o pós-piloto para se quantificar e definir os KPI's.

4.2.5. Implementar

Quando se deu início a esta quinta fase, decidiu-se efectuar uma validação de dados, que consistiu no acompanhamento do técnico da Oficina de Baterias, através do registo dos

tempos de cada intervenção nas baterias (através do VSM), numa primeira etapa, e posteriormente, o registo dos tempos das actividades do técnico (através do VAT). Efectuou-se uma análise ao histórico da Oficina das Baterias no período de 02-23 Junho.

Uma bateria quando dá entrada na Oficina já traz a indicação do tipo de intervenção a que será sujeita, e geralmente é a previsível. São quatro os tipos de intervenção que o técnico efectua: (i) R1; (ii) R2; (iii) OVH (*Overhaul*); (iv) REP (Reparação). Cada tipo de intervenção pode ter um dos seguintes passos:

- Recepção no Grupo: unidade é recebida pelo técnico da Oficina das Baterias;
- Inspeção Preliminar: retirar a tampa e verificar se tudo se encontra em condições normais;
- Descarga: descarga da bateria;
- Carga: carga da bateria;
- Descarga e Teste de Capacidade: descarga da bateria e verificação do estado da bateria;
- Desmontagem: bateria é desmontada;
- Montagem: bateria é montada;
- Limpeza: limpeza da bateria;
- Reparação: reparação da bateria;
- Saída do grupo: a bateria está pronta e após assinado o papel é levada.

É de notar que independentemente da intervenção, na última carga da duma intervenção o técnico tem de colocar água destilada.

A intervenção R1 tem a duração de 1 dia e o VSM é o da Figura 4.1. Os tempos de cada passo estão indicados entre parêntesis.



Figura 4.1 - Fluxo de Baterias em R1

A tarefa R2 passa por descarregar a bateria a 0 Volts e voltar a carregar. Segue os passos presentes no VSM da Figura 4.2 e necessita de 3 dias para ser executada na sua totalidade. Os tempos de cada passo estão indicados. A seta a vermelho significa que entre uma tarefa e outra há mudança de dia; por outro lado, a indicação “Descanso (24h)” significa que a unidade fica sem ser intervencionada durante 24 horas:

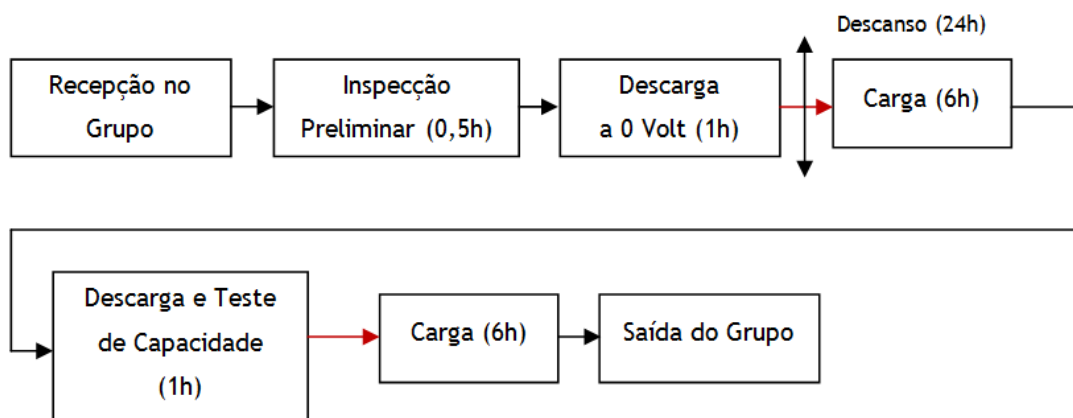


Figura 4.2 - Fluxo de baterias em R2

A tarefa *Overhaul* (OVH) e Reparação (REP) são muito semelhantes, mas a primeira necessita de 3 dias enquanto que a segunda necessita apenas de 2 dias. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra o VSM dos dois fluxos, com as *nuances* que distinguem as duas intervenções. Os tempos de cada passo estão indicados entre parêntesis.

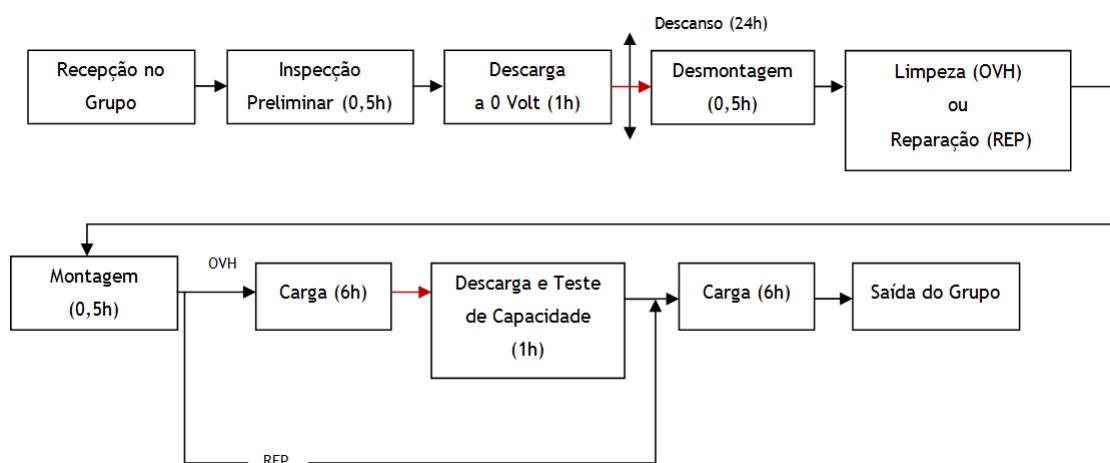


Figura 4. 3 - Fluxo de baterias em REP e OVH

Para realizar estes VSM's tomou-se em conta os dados presentes no histórico, do qual resultou uma primeira versão. Esta versão foi mostrada ao técnico para confirmar a sequência dos passos e a sua duração. Após correções e validação por parte do técnico chegou-se a este resultado.

Para quantificar a percentagem de actividades de valor acrescentado e os tempos-mortos durante o seu turno de trabalho, recorreu-se à ferramenta VAT. Para tal foi necessário fazer acompanhamento *in loco*, durante dois dias (11 e 12 de Novembro) e com o auxílio de um cronómetro recolheram-se os tempos de cada actividade, em segundos, que foram depois colocados no MS Excel. São apresentados os dados obtidos nos dois dias. São igualmente apresentados os resultados da média dos dois dias. As actividades assinaladas verde são actividades de valor acrescentado, a amarelo são as actividades incidentais e as vermelhas o desperdício. As Tabela 4.5, Tabela 4.6 e Figura 4.4 são referentes ao dia 11 de Novembro; as Tabela 4.7, Tabela 4.8 e Figura 4.5 são referentes ao dia 12 de Novembro. A Tabela 4.9 e a Figura 4.6 dizem respeito à média dos dois dias. O tempo é dado em segundos [s].

Tabela 4.5 - Actividades 11 de Novembro

Actividades (11 de Novembro)	Tempo [s]
Esclarecimento de dúvidas	480
Colocar bateria a descarregar	15
Saída do posto de trabalho	50
Esclarecimento de dúvidas	300
Ajustar carregador	4
Secretária	1171
Deslocação ao bar	524
Secretária	231
Conversar com colega para medição de nível de ruído	115
Leitura de carregadores	7
Secretária	1534
Colocar baterias a zeros	594
Secretária	845
Esclarecimento de dúvidas	43
Secretária	300
Desligar carregador	3
Colocar bateria a descarregar	15
Colocar bateria a descarregar	15
Secretária	526
Desligar carregador	30
Secretária	2342
Desligar carregador	22
Esclarecimento de dúvidas	54
Colocar bateria à carga	45
Ligar quadro eléctrico	60
Colocar bateria à carga	40
Secretária	643
Recepção de Baterias, verificação documental e colocação de baterias em armazém	1127
Esclarecimento de dúvidas	218
Saída do posto de trabalho	904
Remover bateria do carregador	5
Saída do posto de trabalho	1260
Secretária	960
Total	15615

Tabela 4.6 - Peso de cada actividade (11 de Novembro)

Classificação	Tempo [s]	%
Actividade VA	1915	12%
Actividade Incidental	2729	17%
Desperdício	10971	70%
Total	15615	100%

Identificação de actividades de VA e Desperdícios (11 Nov)

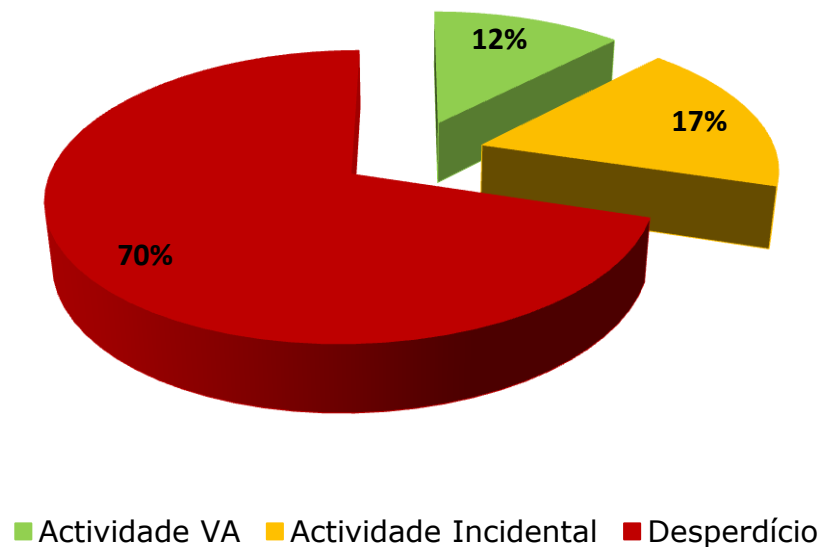


Figura 4.4 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (11 de Novembro)

Tabela 4.7 - Actividade 12 de Novembro

Actividade (12 de Novembro)	Tempo [s]
Esclarecimento de dúvidas	180
Preenchimento de cartas de trabalho	714
Esclarecimento de dúvidas	147
Preenchimento de cartas de trabalho	351
Secretária	192
Esclarecimento de dúvidas	106
Secretária	224
Esclarecimento de dúvidas	33
Secretária	754
Ajustar carregadores e lavagem de baterias	457
Deslocação ao bar	1725
Secretária	207
Preenchimento de cartas de trabalho	513
Secretária	1220
Secretária	2240
Esclarecimento de dúvidas	229
Secretária	2296
Secretária	349
Ajustar nível de água destilada	355
Remover bateria do carregador	4
Colocar bateria carregador	6
Colocar baterias em armazém	194
Preparação e colocação de baterias a descarregar	133
Secretária	1180
Remover bateria do carregador	209
Secretária	804
Remover bateria do carregador	75
Esclarecimento de dúvidas	1862
Deslocação ao bar	860
Deslocação ao armazém	130
Total	17749

Tabela 4.8 - Peso de cada actividade (12 de Novembro)

Classificação	Tempo [s]	%
Actividade VA	1433	8%
Actividade Incidental	4265	24%
Desperdício	12051	68%
Total	17749	100%

Identificação de actividades de VA e Desperdícios (12/Nov)

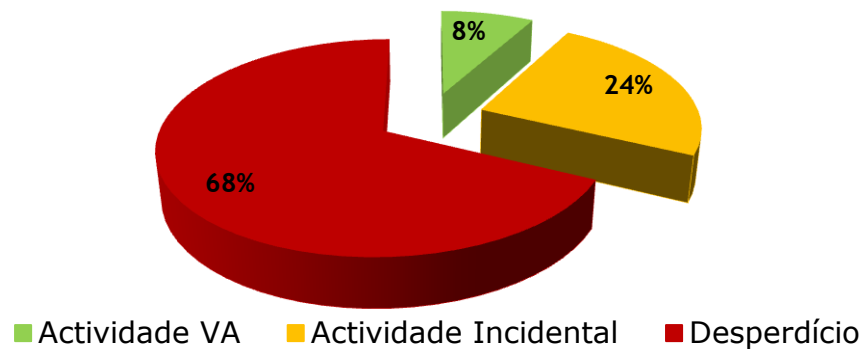


Figura 4.5 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (12 de Novembro)

Tabela 4.9 - Média dos Pesos de cada actividade

	11.Nov	12.Nov	Média	%
Actividade VA	1915	1433	1674	10%
Actividade Incidental	2729	4265	3497	21%
Desperdício	10971	12051	11511	69%
Total	15615	17749	16682	100%

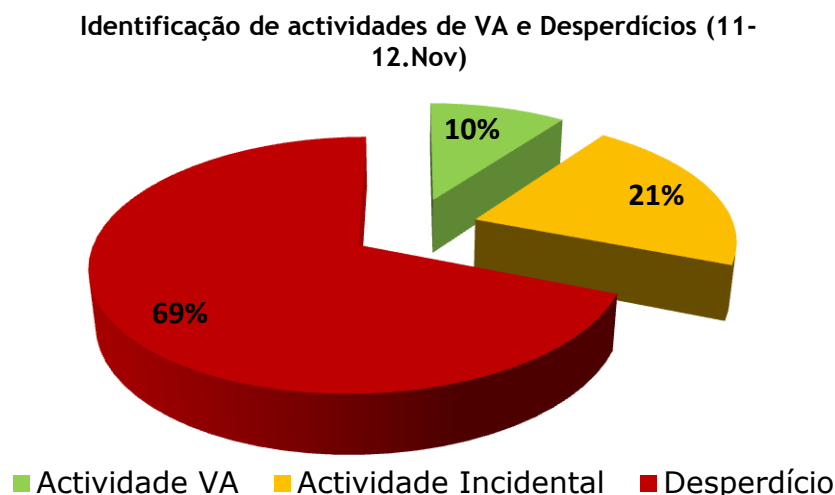


Figura 4.6 - Identificação de actividades de valor acrescentado e desperdícios (11 e 12 de Novembro)

A percentagem das actividades está dentro do que é habitual.

Com estas análises chegaram-se a várias conclusões:

- 1) O técnico especialista definia correctamente a prioridade das intervenções que tinha que executar, tendo em conta a duração de cada intervenção, datas de necessidade e ainda o que havia em armazém (da sua estação de trabalho tem acesso visual ao armazém), uma vez que a variabilidade das unidades (4) era reduzida;
- 2) O projecto-piloto não poderia ser desenvolvido neste local;
- 3) Apesar de 70% do trabalho do técnico ser desperdício (movimento e espera), não há possibilidade de melhoria pois está regulamentado que o técnico tem que estar sempre nas proximidades das baterias durante os vários passos da intervenção a que é sujeita.

O modelo apresentado no ponto 4.2.3. deste capítulo tinha sido desenvolvido para esta Oficina em particular. E sendo assim, voltou-se novamente à fase de Desenho para construir uma solução adequada ao novo grupo.

4.2.6. Desenho - Parte II

A Eng.^a Ana Neves foi transferida para a sua antiga área da TAP M&E por motivos de força maior e assim a responsabilidade pelo desenrolar deste projecto-piloto passou a ser do Eng.^o Duarte Pereira.

Com as conclusões obtidas na fase “Implementar”, optou-se por se desenvolver uma solução mais generalista, que permitisse ser implementada em qualquer realidade. Como se verá mais à frente há ideias do anterior desenho que foram aproveitadas e melhoradas.

Começou-se por se desenhar o fluxograma conceptual do algoritmo para ser validado ou não pela restante equipa. Para estabelecer a Data de Necessidade seguiram-se dois caminhos possíveis:

1. Quando a unidade que entra em Oficina é da TAP¹⁴, a Data de Necessidade é estimada e com base no número de reservas em Oficina (incluindo intermutáveis¹⁵), fiabilidade, data de entrada em Oficina e TAT assim se obtém Data de Início de Trabalhos;
2. Quando a unidade que entra em Oficina é de Cliente, então a Data de Necessidade cumpre com o acordo estabelecido com este e é dado “à mão”. Daqui surgem mais duas possibilidades: (i) Data de Necessidade é estabelecida de acordo com o P/N; (ii) Data de Necessidade é estabelecida de acordo com o S/N.

O Fluxograma que ilustra o que foi anteriormente explicado está representado na Figura 4.7

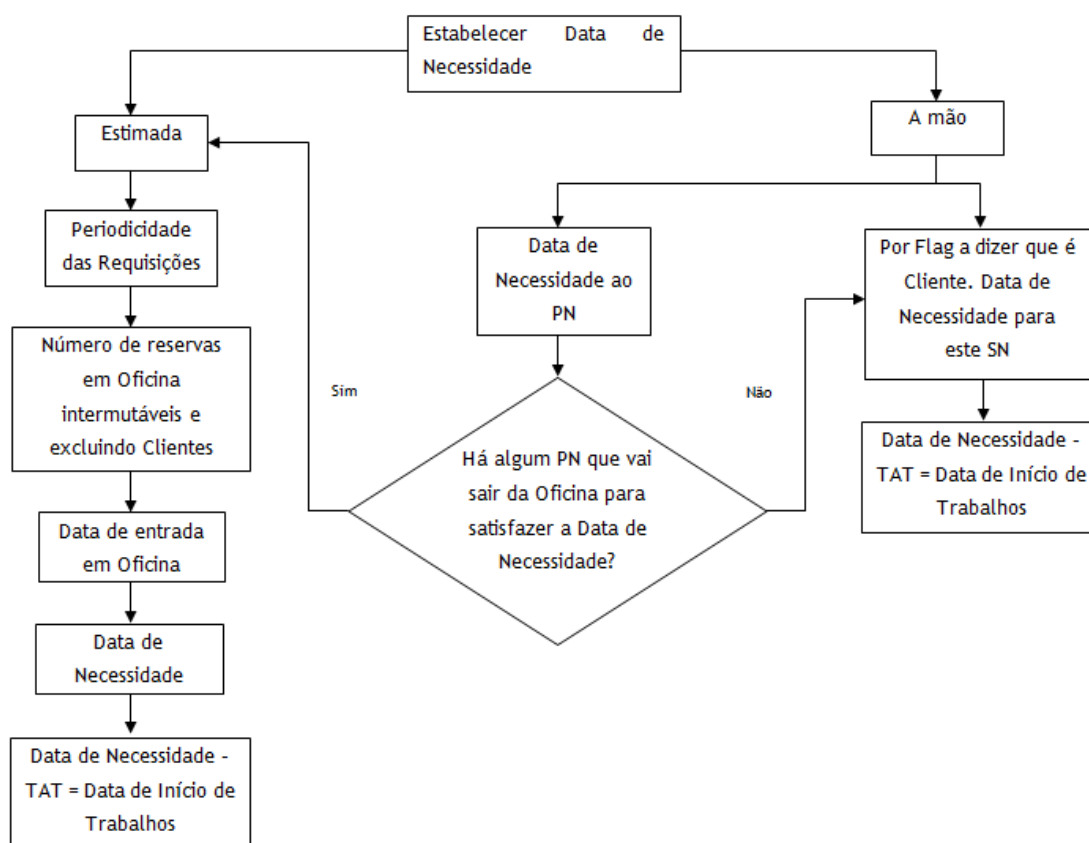


Figura 4.7- Fluxograma Conceptual

¹⁴ Unidade TAP - unidade que pertence à própria empresa, sendo denominada desta forma para distinguir de outros clientes.

¹⁵ Intermutável - 2 ou mais artigos são intermutáveis quando tendo *Part Number* diferentes entre si podem ser instalados num mesmo sistema, equipamento ou componente assegurando as respectivas funções.

Tendo em conta o que foi explicado, a data na qual se deve dar início aos trabalhos deverá ser dada pela seguinte equação:

$$DIT = Hoje + (RES - OFC + 1).PER - DUO - TAT \quad (4.9)$$

Legenda:

DIT - Data de Início de Trabalhos;

RES - Número de Reservas;

OFC - Número de Unidades em Oficina (vê-se através da carga oficial);

PER - Periodicidade (alimentado através das requisições anuais);

DUO - Dias da Unidade em Oficina (alimentado através da carga oficial);

TAT - tempo esperado de intervenção em oficina (histórico da oficina alimentado P/N a P/N).

Convém explicar a equação (4.9) por parcelas:

- Hoje: quando se faz correr o programa, o Excel vai buscar a data de calendário de forma a termos uma Data de Início de Trabalhos em dias de calendário.
- $(RES - OFC + 1).PER$: a subtracção entre o número de reservas (RES) e o número de unidades em oficina (OFC) permitem saber quantas unidades de reserva ficam em armazém (pois as unidades de reserva substituem as que dão entrada na oficina). Imagine-se que $RES = OFC$. Se não se adicionasse uma unidade, significaria que não se tomaria em conta a periodicidade das requisições, o que é incorrecto. A multiplicação entre o número de unidades de reserva em armazém e a periodicidade dá-nos o tempo, em dias, que falta até as reservas em armazém chegarem a 0. Por exemplo, se se tiver duas unidades de reserva, e a periodicidade for igual a 10 dias, significa que daqui a 20 dias $(=2 \times 10)$ deixa de haver unidades de reserva.

Mais tarde optou-se por substituir a subtracção $RES - OFC$ pelo número de unidades em armazém, ARM.

- DUO: o número de dias da unidade em oficina (DUO) é subtraído pois esse valor é tido em conta na contabilização do TAT (por exemplo: a unidade Y tem TAT = 20 dias; se a unidade já está em oficina há 12 dias, tem 8 dias para cumprir o TAT). Mais tarde este termo foi substituído pela data da última requisição a armazém, DUR.
- TAT: até aqui o que foi calculado foi a Data de Necessidade. A subtracção do TAT permite determinar a Data de Início de Trabalhos (DIT).

A equação (4.9) é substituída, então, pela equação (4.10)

$$DIT = Hoje + (ARM + 1).PER - DUR - TAT \quad (4.10)$$

Para se entender melhor, veja-se o seguinte exemplo da Tabela 4.10 - Exemplo. A unidade X tem as seguintes especificações:

Tabela 4.10 - Exemplo

Unidade	TAT [dias]	Nº de Unidades em Armazém (ARM)	N.º Requisições/Ano (REQ)
X	20	4	60

Se neste momento se estiver a intervencionar uma unidade X, e sabendo que a última requisição a armazém foi feita à 6 dias ($DUR = 6$ dias), quando se deverá dar início aos trabalhos para garantir que há reservas em armazém?

Sabe-se que a Periodicidade é igual a

$$PER = 365/60 \cong 6 \text{ dias} \quad (4.11)$$

O que significa que, teoricamente, de 6 em 6 dias uma unidade X é requisitada.

De acordo com a equação (4.10) tem-se que

$$DIT = 0 + (4 + 1).6 - 6 - 20 = 4 \quad (4.12)$$

Considerando o dia de “Hoje” igual a 0, daqui a 4 dias ter-se-á que dar início aos trabalhos para satisfazer a periodicidade das requisições.

Esta proposta de algoritmo foi apresentada à restante equipa para aprovação. Uma vez aprovada esta linha de pensamento para o desenvolvimento da solução, o programa foi sendo construído tendo em atenção os seguintes pressupostos:

1. Periodicidade

Se o número de requisições em histórico for igual a 0, é impossível calcular a Periodicidade. Assume-se, então, que o número de requisições é igual a 4 (a Periodicidade é, neste caso, cerca de 3 meses).

2. Data da Última Requisição

Se a última requisição tiver sido feita há muito tempo (período superior a 1 ano), então a data de necessidade é calculada em função da data de entrada, para evitar que data de necessidade seja no passado.

3. TAT

O PN pode não existir na tabela de TAT's ou TAT pode ser igual a 0. Se o valor de TAT não existir e esta unidade tiver intermutáveis em Oficina, então o TAT é calculado pela média dos existentes. Por outro lado, se não existirem quaisquer dados, o TAT passa a ser 14 dias, que é a média de todas as unidades em Oficina. Por fim, se o valor de TAT = 0 dias, então assume-se que TAT = 1 dia.

4. Negativos

Imagine-se que o armazém não apresenta unidades em stock, existem reservas e estão mais unidades que as reservas totais em Oficina. Se o número de reservas totais for superior a 0 e o número de unidades em oficina superior às reservas totais, teremos que reservas são “negativas” e data de necessidade poderá ser uma data passada. Isto é apenas um alerta pois o histórico existente corre-se o risco de ser necessária uma unidade do PN a qualquer momento.

5. Dados de Output a apresentar

Datas de necessidade, datas de início de trabalhos, datas que já ocorreram.

Em termos globais a ferramenta de definição de prioridades segue os seguintes passos:

1. Leitura de Query's¹⁶ externos ao programa

Assim que arranca, o programa vai recolher informações sobre a Carga Oficial Total, a tabela dos Rotáveis e TAT aos Query's. Os últimos só correm após a intervenção do respectivo responsável da área.

2. Verifica se PN é rotável¹⁷

A informação da Carga Oficial é cruzada com informação dos rotáveis.

3. Cria base de dados com informação do P/N em questão e dos seus intermutáveis

É criada uma tabela contendo P/N's com o mesmo código de Intermutabilidade (IM); n.º de requisições; n.º de reservas P/N; n.º de reservas totais; carga oficina; data da última requisição; carga em armazém.

4. Cria base de dados com informação do S/N em oficina incluindo intermutáveis

¹⁶ Query - função normalmente associada a uma base de dados e que na prática representa capacidade para se fazerem consultas/perguntas. Exige conhecimento específico sobre o motor da base de dados.

¹⁷ Rotável - Item aeronáutico com característica reparável que pode ser recondicionado e que pode ser instalado em qualquer conjunto superior. A sua operação é muitas vezes limitada por potencial.

Para cada S/N identifica Data de entrada; inclui TAT; exclui algumas das unidades interrompidas [Exterior (EX), Processo Documental (PD), Auto de Abate (AA), AP (Anomalia Processual) e NB (Unidade instalada em Banco de Ensaio)].

5. Calcula Periodicidade

A partir do número de requisições do último ano, a periodicidade das requisições do PN e dos seus intermutáveis é calculada de acordo com a equação (4.1).

6. Calcula Datas de Necessidade

As unidades são ordenadas por ordem crescente da Data de Entrada (FIFO - *First In First Out*), ou seja, a primeira unidade a entrar fica em 1º lugar, para evitar que unidades fiquem demasiado tempo em Oficina sem serem intervencionadas, de forma a minimizar o TAT das unidades.

Com o número de reservas em armazém (da unidade em questão e dos seus intermutáveis), a periodicidade e a data da última requisição é estimada a 1ª Data de Necessidade de acordo com a equação (4.5)

$$Data\ de\ Necessidade_i = (Reservas + 1).PER + Data\ da\ Última\ Requisição \quad (4.6)$$

Para os restantes PN's em oficina é atribuída uma Data de Necessidade em função da periodicidade

$$Data\ de\ Necessidade_{i+1} = Data\ de\ Necessidade_i + Periodicidade \quad (4.7)$$

Se a Data de Necessidade coincidir com uma fim-de-semana, a data em questão é antecipada para a 6ª feira anterior e a DIT é antecipada o mesmo número de dias (1 ou 2, respectivamente, Sábado ou Domingo).

Há duas situações em que a data inserida manualmente é mais importante: (i) data manual introduzida no sistema; (ii) data manual de um consumo¹⁸.

7. Substitui as Datas de Necessidade calculadas por Datas de Necessidade previstas (manuais); Introduce na tabela consumos listados na Carga Oficial com Data de Necessidade Prevista.

8. Determina a Data de Início de Trabalhos

A Data de Início de Trabalhos é obtida através da subtracção entre a Data de Necessidade e o TAT específico da unidade.

¹⁸ Consumo - Consumo pode ser definido como todo o material que não é controlado quanto a prazo de vida, localização e fiabilidade.

Pode suceder a DIT ser anterior ao dia em que se executa o programa. Nesta situação, as unidades são reordenadas por TAT crescente e é calculada nova DIT. A prioridade deixa de ser minimizar TAT mas sim cumprir com a operação.

Esta solução não toma em consideração o facto dos Técnicos de Manutenção Aeronáutica (TMA) não serem “intermutáveis” entre si, uma vez que na mesma oficina nem todos os TMA’s executam as mesmas tarefas, o vai limitar a distribuição de trabalho.

Esta solução foi aprovada e seguiu-se para a próxima fase.

4.2.7. Planear - Parte II

Nesta fase realizou-se uma reunião no grupo de Geração Eléctrica e Actuadores da Oficina MC/IE/EM com o Chefe de Produção, o Manager da Área e o Chefe de Grupo de forma a explicar o funcionamento do programa. Nesta reunião discutiram-se adaptações ao programa, concluídas antes da implementação, e ainda se garantiu o alinhamento das chefias atrás mencionadas com o piloto. Mais uma vez, como não houve diagnóstico formal, não foram definidos KPI’s. Após a implementação, se possível, far-se-á uma análise comparativa entre o pré-piloto e o pós-piloto para se quantificar e definir os KPI’s.

4.2.8. Implementar - Parte II

A implementação, tal como já foi referido no ponto 4.2.7, foi efectuada no grupo de Geração Eléctrica e Actuadores da Oficina MC/IE/EM. Esta fase tem duração prevista até ao final do corrente ano de 2011. A implementação será ampliada em paralelo a outros grupos. Até à presente data não há resultados.



Figura 4.8 - Barra temporal

Na Figura 4.9 é apresentada a Interface com o Utilizador. Como é possível verificar, o programa pode ser executado para um determinado grupo ou para todos, e o utilizador pode escolher se quer que o seu output seja a ordenação por Data de Início de Trabalhos (DIT) ou pela Data de Necessidade.

MANUTENÇÃO COMPONENTES



PLANEAMENTO DE PRIORIDADES

Selecione o(s) grupo(s)

<input type="checkbox"/> H5411	<input type="checkbox"/> H5511
<input type="checkbox"/> H5412	<input type="checkbox"/> H5521
<input type="checkbox"/> H542	<input checked="" type="checkbox"/> H5522
<input type="checkbox"/> H5421	<input type="checkbox"/> H5523
<input type="checkbox"/> H5422	<input type="checkbox"/> H5531 e H5533
<input type="checkbox"/> H5423	<input type="checkbox"/> H5532
<input type="checkbox"/> H5431	<input type="checkbox"/> H5534
<input type="checkbox"/> H5432	<input type="checkbox"/> H5541
<input type="checkbox"/> H5434	<input type="checkbox"/> H5542
<input type="checkbox"/> Todos	

Executa Listagem

☐ Ordenar por DIT
☒ Ordenar por Data Necessidade

Figura 4.9 - Interface com Utilizador - Programa Principal, *Inputs*

Os passos seguintes passam pelo acompanhamento da implementação junto da Produção IE, iniciar a implementação junto da produção HP e ainda recolher indicadores e análises para avaliação do projecto-piloto e eventual *Roll-out*.

4.3. Discussão

O objectivo foi alcançado do projecto-piloto?

Face aos resultados alcançados até ao momento, considera-se que o objectivo definido inicialmente foi superado.

Quando foi sugerido a criação de um Planeamento de Prioridades tinha-se uma vaga ideia do que se queria obter, mas não se tinha qualquer ideia de qual o caminho a percorrer. Esta solução permite estimar a Data de Necessidade das unidades que entram na Oficina e desta forma é possível gerir prioridades. Para já, e apesar de ainda não se ter resultados (ainda está na fase “Implementar”) a solução tem demonstrado ser uma grande ajuda e está a atingir o objectivo para que foi projectada.

No entanto, este projecto-piloto não é de facto um projecto de melhoria *Lean*, uma vez que não há uma melhoria nos processos em si. Ou seja, imagine-se que a manutenção do componente X tem duração média 10 dias e ainda que grande parte dessa duração é desperdício. O que este projecto-piloto traz de valor acrescentado é a possibilidade de gerir todas as unidades e suas manutenções de forma a cumprir prazos. No entanto, os processos em si não são melhorados, aliás, continuarão a ser efectuados da mesma forma.

Este método é compatível com outras MRO?

O estudo de caso aqui apresentado só demonstra o processo desde a sugestão do projecto-piloto até à sua implementação. Não foi possível adquirir dados históricos, o que levaria mais uns meses para adquirir. Para já, tem tido muita aceitação e tem-se mostrado muito fiável.

Havia alternativas possíveis?

Um dos elementos da equipa sugeriu a utilização de um programa académico que permitia fazer o planeamento de prioridades tendo em conta o tipo de tarefa, o número de trabalhadores, a MDO necessária para cada tarefa. Se se estivesse a fazer o planeamento de prioridades na Oficina das Baterias, faria todo o sentido. No entanto, a solução que se quer obter é mais generalista, para ser implementada em vários grupos, em que o número de trabalhadores pode ser volátil (absentismo, ...).

O próprio facto de ser desenvolvido por um elemento da TAP permite que o conhecimento se mantenha “na casa”, e desta forma, qualquer alteração se seja necessário aplicar ou problema que seja necessário corrigir é feito sem “grandes complicações”.

Traz valor acrescentado manter uma equipa de Melhoria Contínua?

Como seria de esperar, inicialmente faz todo o sentido pedir a ajuda de consultores para fornecer formação e ajudar na implementação de projectos-piloto *Lean*. No entanto, é vantajoso que os projectos sejam desenvolvidos pela própria empresa. Desenvolver projectos-piloto *Lean* quando não se tem muita experiência pode ser moroso e por vezes frustrante, os resultados podem ficar aquém do que se desejaria. Mas com o tempo e com a experiência que a equipa vai obtendo vai ficando mais segura. Além disso, os elementos da equipa ficam com

uma outra visão da empresa, pois têm que contactar com pessoas e áreas que antes não contactavam.

No caso particular da TAP, o mentor, responsável pela orientação e aconselhamento de toda a equipa, é o responsável pela equipa, Eng.º Nuno Soares. O último mostra-se um excelente líder e mentor da equipa de melhoria contínua. Sempre atento e disponível, apoia incondicionalmente qualquer dos elementos e sempre que necessário tece elogios/críticas.

É importante a própria equipa de Melhoria Contínua ter reuniões internas?

As reuniões bissemanais são importantes. Cada elemento expõe os seus avanços, os recuos e ao expor as suas opiniões acaba por reforçar a confiança no caminho que está a escolher, pois tem que defender as escolhas. Os outros elementos, estando do “lado de fora” acabam por se aperceber de pormenores que escaparam ao colega, sugerindo outras hipóteses. Há semanas por variados motivos não há muitos avanços, então nestes casos seria desnecessário recorrer a duas reuniões.

O Tratamento das Sugestões é mais uma das actividades desenvolvida pela equipa. Qual a sua relevância?

Na intranet da TAP os trabalhadores têm a possibilidade de expor ideias de melhoria, que serão alvo de análise. Isto traz muitas vantagens. Sendo os trabalhadores quem mais conhecimento sobre o trabalho desenvolvido, são deles que surgem ideias que por vezes passam despercebidas a qualquer outro elemento e que são realmente boas e até quem sabe criar daí um projecto-piloto. Para além disso, permite que os trabalhadores tomem consciência que têm no desenvolvimento da empresa, como são a “pedra basilar”. O seu empenho e dedicação na melhoria dos processos é importante. Por outro lado, por ser uma área nova, e uma vez que a formação sobre o *Lean* só é fornecida a elementos que venham a desenvolver projectos, o termo “Melhoria Contínua” pode ser mal interpretado e podem surgir sugestões que não se enquadram no âmbito requerido. Por último, as Sugestões são uma boa forma de fazer publicidade ao trabalho efectuado pela equipa de Melhoria Contínua, de forma a que o seu trabalho se torne cada vez mais parte integrante da empresa no seu todo.

O trabalho em equipa foi alterado com a introdução do *Lean*?

Durante as fases de diagnóstico e desenho é o elemento da equipa de Melhoria Contínua que se dedica mais ao desenvolvimento do trabalho, fazendo análises aos dados fornecidos pelos restantes elementos e criando possíveis soluções para serem aprovadas pelos mesmos. Já a fase de Implementação são os restantes elementos da equipa os mais proactivos. O elemento da equipa de melhoria já só acompanha o processo, corrigindo qualquer problema que surja e no final efectuando a quantificação dos ganhos. Nesta fase (implementação) é perceptível a preocupação de todos os envolvidos no projecto, sempre que surge uma dúvida, um problema não tentam esconder, tentando contactar o elemento responsável pelo projecto para corrigir o problema, ou dar qualquer esclarecimento.

Ao início os trabalhadores mostram-se relutantes, curiosos e um pouco desconfiados quando são abordados sobre um projecto de Melhoria Contínua a desenvolver na sua área. Mas com o tempo a sua atitude perante as mudanças vai mudando, assim que se apercebem dos aspectos positivos que vão surgindo.

As pessoas com este tipo de iniciativas vão tomando consciência do papel que desempenham, de onde se encontram no Fluxo de Valor, da importância do seu trabalho.

O “Plano de Acção *Lean*” está a ser seguido?

Neste momento já passou um ano desde a implementação *Lean*. Sendo assim, e de acordo com o Plano de Acção *Lean*, a empresa terá de se encontrar na segunda fase deste plano.

A primeira fase (*Getting Started*) devia ser desenvolvida nos primeiros seis meses e incluía:

- Encontrar um Agente de Mudança
Foi seleccionado o Eng.º Nuno Soares para assumir as responsabilidades pela Transformação *Lean*.
- Adquirir conhecimentos sobre *Lean*:
Optou-se pela contratação de uma empresa de consultoria que permaneceu na TAP durante 4 meses para apoiar na implementação do *Lean*.
- Encontrar uma “alavanca” aproveitando a crise económica que a empresa esteja a passar, ou através da criação de uma de forma a iniciar a transformação:

Na altura em que se criou a equipa a empresa não estava a passar por uma crise, focando-se, assim, em empresas da concorrência com programas de melhoria já implementados, fazendo “visitas guiadas” para ter uma ideia do que se faz e poder comparar entre si. Estas “visitas guiadas” são algo que a própria equipa quer fazer sempre.

- Esquecer a grande estratégia por um momento:

Para a criação da equipa evitou-se fazer grandes investimentos.

- Mapear Fluxo de Valor:

Optou-se por se efectuar o Fluxo de Valor projecto-piloto, com estado actual e estado futuro, com plano de implementação e calendário a cumprir.

- Iniciar *Kaikaku*:

Em Fevereiro de 2010, a equipa de Melhoria Contínua dava início a nove projectos-piloto e em Julho já dava como concluído o projecto “Expedição de Material”. Sem dúvida que causou muito impacto, pois a melhoria foi grande. A expedição passou a ser feita em 5 dias, ao invés dos 14 dias anteriormente necessários. Este ano efectuou 4 projectos-piloto baseando-se na ferramenta 5S.

- Exigir resultados imediatos:

Continuando com os exemplos anteriores, a melhoria foi deveras visível.

- Expandir o alcance:

O primeiro projecto-piloto que envolvia processos de escritório foi o “Seguimento de Compras”. Não foi concluído dentro do limite dos seis meses da fase *Getting Started*, mas creio que é um bom começo para os processos de escritório. Nesta categoria encontram-se igualmente “Processo de Facturação” e “Utilização de PMA’s na M&E”.

A segunda fase (*Create a new organization*) devia ser desenvolvida a partir dos seis meses e durante o segundo ano:

- Reorganizar a empresa por família de produtos e Fluxos de Valor.

Este ponto ainda não foi abordado.

- Criar a função Lean de promoção.

Neste ponto o objectivo é a equipa se estabeleça na empresa como outra área qualquer, com o seu gabinete, e surgindo no organigrama da mesma. Este passo foi tomado logo desde o início.

Os restantes pontos desta última fase ainda não foram abordados, e como tal não são referidos.

De que forma as experiências controladas, em particular, os projectos-piloto, são vantajosos?

Os projectos-piloto seguem uma série de etapas até se tornarem aptos a ser expandidos a outras áreas com as mesmas características.

Uma das etapas, a de diagnóstico, permite descobrir as causas dos problemas que foram referidos aquando da criação do projecto. Muitas vezes os “problemas nem sempre estão onde se pensa e as causas nem sempre são óbvias”, como já foi anteriormente referido. Neste estudo de caso em particular, a falha no diagnóstico levou a uma reformulação de algumas das etapas, uma vez que à luz das conclusões retiradas, a área em questão não tinha o problema de estabelecimento de prioridades.

Uma vez que estas experiências decorrem em ambientes pequenos e controlados, é mais fácil acompanhar o processo, fazer correcções. Pode até acontecer que um piloto não tenha resultados favoráveis. Neste caso, cabe aos próprios responsáveis pelas áreas a decisão se o novo processo se mantém ou se volta o processo antigo.

5. Conclusões

5.1. Síntese da Dissertação e Considerações finais

A realização deste trabalho foi um desafio para a autora pela novidade que o tema representava. A bibliografia disponível sobre a metodologia *Lean* é vasta, mas no que toca a exemplos práticos de aplicação na indústria da aviação, e em particular na manutenção é muito escassa.

Não obstante, a análise e o cruzamento da bibliografia mostrou-se importante para perceber a essência da metodologia *Lean*, conhecer as suas origens, ferramentas, objectivos, exemplos presentes noutras organizações do sector aeronáutico, o seu plano de acção e ainda conhecer outras metodologias, para se poder fazer uma escolha com conhecimento.

A metodologia *Lean* não é intuitiva, tem que se “sujar” as mãos, fazer para se aprender. Foi então necessário apreender a forma de trabalhar da Equipa de Melhoria Contínua, perceber a sua estrutura, os seus objectivos, actividades desenvolvidas/em desenvolvimento até ao momento.

O alvo de estudo desta dissertação, o caso de estudo efectuado ao projecto-piloto “Planeamento de Prioridades”, foi fundamental para aprender como se faz a implementação da metodologia *Lean*, como usar as suas ferramentas para analisar o estado actual e para desenhar o estado futuro e assim alcançar os objectivos propostos no início desta dissertação.

Apesar de até ao momento não existirem resultados da implementação do projecto-piloto em questão, a sua aceitação está a ser muito positiva e considera-se que o seu objectivo foi alcançado. Apesar de não tomar em consideração o facto de que num mesmo grupo os TMA's não executem todas as mesmas tarefas, consegue definir com fiabilidade a Data de Necessidade das unidades o que é uma grande ajuda na gestão das intervenções. Do primeiro modelo (subsecção 4.2.3 do Capítulo 4) para o modelo agora em implementação (subsecção 4.2.6 do Capítulo 4) há uma grande evolução:

- Deixa de se considerar TAT_1 , TAT_2 e $TAT_{máx}$, e opta-se pelo TAT histórico da unidade.

Como já anteriormente foi explicado, no dia em que a unidade entra na oficina TAT_1 não é calculada. Imagine-se que se trata de uma unidade com periodicidade muito grande (ou seja, dão entrada poucas unidades por ano). Sendo assim, TAT_2 vai ser muito superior ao TAT histórico, e corre-se o risco de se considerar a unidade prioritária quando na verdade não o é;

- O modelo em implementação não toma em consideração o número de colaboradores e admite sobreposição de tarefas;
- Toma em atenção se a unidade tem intermutáveis, se é rotável, se tem consumo, se tem data atribuída;
- O cálculo da Data de Necessidade passa a depender sempre do número de unidades de reserva em armazém, da periodicidade e da data da última requisição. Tem-se ainda a possibilidade de se calcular a Data de Início de Trabalhos subtraindo para tal o TAT à Data de Necessidade.

Relativamente à implementação da metodologia *Lean* em termos de organização, no seu global, são vários os benefícios que podem ser apontados. No caso da TAP M&E são os seguintes:

- Praticamente todos os projectos-piloto desenvolvidos e implementados pela Equipa de Melhoria Contínua alcançaram os objectivos propostos; os restantes projectos-piloto não ficaram muito longe dos objectivos, veja-se o caso do “A-check em 24 horas”;
- Os colaboradores envolvidos no desenvolvimento de projectos-piloto ficaram mais conscientes da importância que o seu trabalho tem para o sucesso do Processo global e ficaram a perceber todas as etapas do Processo;
- Processos que são realizados agora como eram realizados há muitos anos atrás têm a possibilidade de ser revistos e melhorados, através de redução de desperdícios;
- Colaboradores têm a possibilidade de sugerir e participar activamente no processo de melhoria.

Mas também são várias as limitações com que a Equipa de Melhoria Contínua se depara:

- Nem sempre os problemas estão onde se julga, e quando se cria a equipa torna-se “complicado” saber quais os colaboradores que devem ser escolhidos;
- Alocação dos colaboradores para desenvolvimento dos projectos-piloto;
- Contabilização dos ganhos;
- Duração dos projectos-pilotos, que por motivos de força maior, acabam por se alongar, por exemplo, dificuldade no agendamento de reuniões, entre outros.

Relativamente ao Plano de Acção *Lean* sugerido por Womack e Jones, apresentado no Capítulo 2, a Equipa de Melhoria Contínua está a cumprir este plano e é importante seguir este plano.

É ainda de referir que o apoio prestado pela empresa consultora no início foi importante e que sem o apoio forte da gestão de topo haveriam mais dificuldades a enfrentar.

Por último, deve-se reter que é importante conhecer bem a realidade da organização para assim se escolher a melhor metodologia; todas as etapas de um projecto-piloto devem ser sempre cumpridas, pois torna o conhecimento obtido mais consistente e organizado.

5.2. Recomendações e Perspectivas futuras de investigação

São vários os passos que devem ser dados num futuro próximo. Relativamente ao projecto-piloto “Planeamento de Prioridades” devem ser analisados os dados e daí retirar KPI’s que permitam perceber e contabilizar os ganhos (em termos financeiros e em termos de TAT). Uma vez validada esta solução, deve ser aplicada a outros grupos da Manutenção de Componentes, e ainda, se se provar necessário, efectuar um *Roll-out* nas áreas de Manutenção de Aviões e Manutenção de Motores.

Processos que já tenham sido alvo de melhoria, através de desenvolvimento de um projecto-piloto, devem ser revistos, por um lado para verificar se as causas dos problemas ficaram resolvidas, ou se por outro lado, assim que o piloto foi encerrado, os problemas voltaram; e ainda para verificar se é possível aplicar 5º princípio da Mentalidade *Lean*, a Perfeição.

Continuar a visitar empresas onde se aplica a metodologia *Lean* e se possível complementar a metodologia *Lean* com outras, como por exemplo, *Six Sigma*, para potenciar as melhorias.

Efectuar, de modo periódico, eventos *Kaikaku*, por exemplo os projectos-piloto 5S, para gerar melhorias visíveis e muito rápidas, o que aumenta a motivação para próximos projectos, mais complexos.

Premiar as melhores sugestões dos colaboradores.

Relativamente a investigações futuras, o tema “Implementação da Metodologia *Lean* num ambiente MRO” apresenta inúmeros aspectos que podem vir a ser alvo de estudos adicionais, como por exemplo:

- Comparação entre organizações do sector aeronáutico com a mesma metodologia aplicada;

- Verificar a possibilidade de se conjugar a metodologia Six Sigma e a metodologia Lean na TAP ME.

6. Bibliografia

Bartholomew, D. (n.d.). *Lean thinking in aircraft repair and maintenance takes wing at FedEx Express*. Obtido em 5 de Abril de 2011, de http://www.lean.org/admin/km/documents/561AA639-B109-4AE6-B986-42CF19E3AF76-Fedexgolean1_final.pdf.

Building Efficiency (2011, Março). *MRO Management*, pp. 48-51.

Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. (2004). *Journey to Lean - Making an Operational Change Stick*. Nova Iorque: Palgrave MacMillan.

Eaton, M. (2010). *Lean for Practitioners - An introduction to Lean for Healthcare Organizations*.

Ferro, J. R. (2007, Julho). Por onde começar a implementação? Obtido em 19 de Julho de 2011, de <http://www.lean.org.br/leanmail/26/por-onde-comecar-a-implementacao.aspx>.

Guia Interpretativo NP EN ISO 9001:2008 Abril 2010. (Abril de 2008). Obtido em 6 de Maio de 2011, de http://www.apcer.pt/arq/fich/Guia_9001.pdf.

Gunston, B. (2009). *The Cambridge Aerospace Dictionary*. Nova Iorque: Cambridge University Press.

HubPages (2011). *5 Whys root cause analysis; Solving Root Cause not Symptoms; Asking why?*. Obtido em 15 de Agosto de 2011, de <http://leanman.hubpages.com/slide/5-Whys-root-cause-analysis/3768260>

Jones, D. T. (2007, Dezembro). *The Truth about Lean*. Obtido em 5 de Setembro de 2011, de http://www.leanuk.org/downloads/dan/dan_eletter_200712.pdf.

Jones, D. T. (2010, Setembro). *What Makes Lean Work?*. Obtido em 5 de Setembro de 2011, de http://www.leanuk.org/downloads/dan/dan_eletter_201009.pdf

Jones, D. T. (2011, Junho). *How to judge the success of Lean?*. Obtido em 5 de Setembro de 2011, de http://www.leanuk.org/downloads/dan/dan_eletter_201106.pdf.

Lean Enterprise Institute (2009a). *Lean Action Plan*. Obtido em 13 de Setembro de 2011, de <http://www.lean.org/WhatsLean/GettingStarted.cfm>

- Lean Enterprise Institute (2009b). *Toyota Production System House*. Obtido em 14 de Agosto de 2011, de <http://www.lean.org/common/display/?o=1015>
- Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Estados Unidos da América: McGraw-Hill.
- Martyn, A. (2010, Abril/Maio). Lean in the MRO industry - time to earn its wings?. *Aircraft Technology*, 105, pp. 42-49.
- Moore, R., & Scheinkopf, L. (1998). *Theory of Constraints an Lean Manufacturing - Friends or Foes?* Obtido em 24 de Março de 2011, de <http://www.tocca.com.au/uploaded/documents/Lean%20and%20TOC.pdf>.
- Nave, D. (2002, Março). *How to Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints*. Obtido em 24 de Março de 2011, de <http://www.lean.org/Admin/KM%5Cdocuments/76dc2bfb-33cd-4ef2-bcc8-792c5b4ef6a6-ASQStoryonQualitySigmaAndLean.pdf>
- Reis, F. (2010). Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado Segundo Bolonha. Em F. Reis, *Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado Segundo Bolonha* (p. 111). PACTOR - Edições de Ciências Sociais e Política Contemporânea.
- Rother, M. & Shook, J. (1999). *Learning to See - Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute.
- TAP Maintenance & Engineering (n.d. a). *About TAP M&E - Profile*. Obtido em 6 de Maio de 2011, de <http://www.tapme.pt>
- TAP Maintenance & Engineering (n.d. b). *Components Maintenance*. Obtido em 15 de Setembro de 2011, de <http://www.tapme.pt>
- TAP Manutenção e Engenharia (2010a). *Apresentação ME - Abril 2010*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2010b, 1 de Agosto). *Manual de Procedimentos Standard ME/TO/MC*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2010c, Agosto). *Jornal TAP 79*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2010d, Julho). *Newsletter n.º2*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.

- TAP Manutenção e Engenharia. (2010e, Março). *Newsletter n.º1*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2010f, Novembro). *Manual de 5S - ME/TO/MC*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2011a, 3 de Maio). *Introdução à Melhoria Contínua*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2011b, 6 de Outubro). *Ponto de Situação das Actividades de Melhoria Contínua*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Manutenção e Engenharia. (2011c, Janeiro). *Jornal TAP 83*. Lisboa: TAP Manutenção e Engenharia.
- TAP Portugal (2011). *TAP Manutenção e Engenharia*. Obtido em 6 de Maio de 2011, de <http://www.tapportugal.com/Info/pt/SobreaTAP/GrupoTAP/TAPManutençãoEEngenharia>
- Womack, J. (2003, Julho). *How Lean Compares with Six Sigma, Re-engineering, TOC, TPM, etc., etc.* Obtido em 11 de Julho de 2011, de http://www.leanuk.org/downloads/jim/how_lean_compares.pdf
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Nova Iorque: MacMillan Publishing Company.
- Womack, J.P., & Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. Londres: Simon & Schuster UK Ltd.

Glossário

Autonomation

Ver *Jidoka*.

Check

A manutenção de base aeronaves civis adopta nomenclatura própria conforme o momento (calendário, horas de voo, ciclos, entre outros) que são feitas. Assim, temos a IL-check, que é uma manutenção do tipo *C-check* com inspecção, reparação e actualização dos sistemas e decoração mais detalhadas e a D-check, que é *D-check* - grande revisão geral realizada cada 3-5 anos.

Consumo

Consumo pode ser definido como todo o material que não é controlado quanto a prazo de vida, localização e fiabilidade.

Eficiência Global do Equipamento

A Eficácia Global do Equipamento é maximizada pelos esforços em reduzir ou eliminar as “Seis Grandes Perdas” relacionadas com os equipamentos: (1) Falha/avaria do equipamento; (2) Perdas de tempo para mudança e ajustes; (3) Esperas ou pequenas paragens devidas a outras etapas do processo, a montante ou a jusante; (4) Redução da velocidade/cadência relativamente ao originalmente planeado; (5) Defeitos no processo (qualidade do produto); (6) Redução de eficiência no arranque e mudança de produto (não conforme ou desperdícios de materiais).

Família de Produtos

Grupo de produtos que são alvo de passos produtivos similares e que são trabalhados por equipamento semelhante ao longo de todo o processo.

Five S's

O termo 5S's tem origem em 5 palavras japonesas de 5 práticas que conduzem a uma área de trabalho limpa e agradável: (1) *Seiri*; (2) *Seiton*; (3) *Seiso*; (4) *Seiketsu*; (5) *Shitsuke*. Os seus objectivos passam pela simplificação do local de trabalho, a redução dos desperdícios, aumento de segurança e melhoria da qualidade.

Five Why's

Designação atribuída à prática de Taiichi Ohno de perguntar *Why* (porquê) 5 vezes sempre que um problema era encontrado, de forma a ser descoberta a causa do mesmo, com o objectivo de desenvolver e aplicar medidas para evitar a aparecimento do mesmo problema no futuro.

Gestão Visual

Esta ferramenta passa pela colocação de ferramentas, materiais, actividades produtivas, indicadores do desempenho do sistema produtivo, numa forma simples de tal forma que o ponto de situação do sistema possa ser compreendido apenas com um olhar.

Hard Time

Tipo de manutenção de componentes em que a remoção dos últimos tem limites fixos e depende do tempo, número de horas de voo, horas de operação, tempo de calendário, número de ciclos, entre outros, seja para segregar ou para dar nova vida útil, após sujeito a determinado trabalho.

É aplicada em particular a itens de equipamentos para os quais está comprovado, através de testes ou mesmo de experiência, que existe uma relação entre a idade e a fiabilidade e em que não há possibilidade de detectar a diminuição de desempenho.

Heijunka

Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo. Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo

tempo que evita excesso de inventário, reduz custos, mão-de-obra e *lead time* de produção em toda a cadeia de valor.

Histórico

Conjunto de informações sobre as unidades (Part Number, Serial Number, entre outros) que são armazenadas que permite obter dados como *Turnaround Time* e análises necessárias.

Intermutável

Dois ou mais artigos são intermutáveis quando tendo *Part Number* diferentes entre si podem ser instalados num mesmo sistema, equipamento ou componente assegurando as respectivas funções.

Jidoka

Jidoka é a capacidade da própria máquina detectar erros durante a produção e caso se suceda a ocorrência de erros, ela parará automaticamente.

Just-in-time

Just-in-time é a capacidade de se produzir e entregar os produtos necessários na quantidade certa e na altura indicada. Os elementos chave deste pilar são o *Flow*, o *Pull*, o *Standard Work* (trabalho normalizado) e o *Takt Time*.

Kaikaku

Melhoria radical de uma actividade de forma a eliminar desperdício.

Kaizen

Palavra japonesa que significa melhoria contínua gradual, do que resultam resultados estáveis.

Kanban

Um cartão pequeno que vai AGARrado às caixas das partes e que regula o sistema *pull* no Toyota Production System através da sinalização da produção e entrega upstream.

Key Performance Indicator (KPI)

Em português “Indicador-chave de desempenho” serve para medir o desempenho de um determinado processo.

Lean

Lean pode ser definido como um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa, orientada para o Cliente. É uma mudança cultural na empresa.

Muda

Qualquer actividade que consome recursos mas não produz qualquer valor.

Reserva Negativa

Se o número de unidades em Oficina para ser intervencionadas for superior ao número de reservas totais em armazém, teremos reservas “negativas”.

Part Number (P/N)

Em português “Número de Referência”, é um código atribuído pelo fabricante para identificar um tipo de artigo produzido.

PMA

Sigla que significa *Parts Manufacturer Approval*. Estatuto previsto pela regulamentação norte-americana, através da autoridade FAA, em que a última concede autorização para que entidades que não sejam os fabricantes originais (OEM) de determinados componentes, possam fabricá-los e comercializar em concorrência com os OEM.

Potencial

Corresponde à utilização remanescente medida em meses, anos, horas de funcionamento, ciclos de utilização, aterragens, arranques, descolagens, entre outros, que um componente com conceito de manutenção de tipo *Hard Time* deve cumprir até ser removido ou até à próxima intervenção que pode ser uma simples inspecção, revisão geral ou abate (componentes atingiu limite de vida).

Princípios *Lean*

A Mentalidade *Lean* tem 5 princípios: (1) *Specify Value* (Especificar o Valor); (2) *Identify the Value Stream* (Identificar o Fluxo de Valor); (3) *Flow* (Fluxo); (4) *Pull* (Puxar); (5) *Perfection* (Perfeição).

Produção em Fluxo Contínuo

Abordagem do sistema de produção na qual o equipamento e os postos de trabalho são dispostos numa área limitada para facilitar a produção em pequenos lotes e em fluxo contínuo

Query

Função normalmente associada a uma base de dados e que na prática representa capacidade para se fazerem consultas/perguntas. Exige conhecimento específico sobre o motor da base de dados.

Reparável (Repairable)

Designação atribuída aos componentes, acessórios e motores aeronáuticos depois de inspeccionados e de ter sido detectada uma anomalia que requer uma acção de reparação para retorno à sua condição de uso. Esta classificação pressupõe a existência de um processo de reparação homologada e aprovado, e economicamente vantajoso, caso contrário, o produto é classificado como incapaz (*Unserviceable*) e poderá ser descartado.

Revisão Geral (Overhaul)

Intervenção em que o componente/unidade é desmontado na sua totalidade, as suas peças são inspeccionadas, reparadas, substituídas (se for necessário), ensaiadas individualmente e depois no seu conjunto e no final retornam ao serviço. Este tipo de artigo designa-se por *Hard Time* e normalmente tem potencial associado.

Rotável (Rotable)

Item aeronáutico com característica reparável que pode ser recondicionado e que pode ser instalado em qualquer conjunto superior. A sua operação é muitas vezes limitada por potencial.

Spaghetti Diagram

Ferramenta que através do mapeamento do trajecto efectuado por um trabalhador na execução do seu trabalho permite identificar movimentos que não trazem valor acrescentado para o Cliente final.

Serial Number (S/N)

Também conhecido como “Número de Série”, este código, atribuído pelo fabricante, serve para serializar os artigos com o mesmo Part Number e para os distinguir entre si. Assim, o Part Number e o Serial Number identificam de forma única um artigo.

Takt Time

Takt Time (T) determina o ritmo da produção de forma a corresponder à procura. É calculada dividindo o tempo disponível para um determinado período de produção (T) pela procura em unidades durante o período de produção (D).

Técnico de Manutenção de Aeronaves (TMA)

Efectua a manutenção dos sistemas mecânicos, eléctricos e electrónicos do avião e respectivos componentes e reparações estruturais; procede à detecção de avarias, bem como à operação e ensaio de sistemas e processos especiais; pode realizar tarefas de controlo de qualidade e coordenar ou apoiar tecnicamente outros profissionais; elabora estudos com vista à análise e solução de problemas técnicos.

Pessoa formada para efectuar a manutenção dos vários sistemas do avião e seus respectivos componentes

Tipos de Actividades

Há, essencialmente, 3 tipos de actividades: (i) Actividade de Valor Acrescentado; (ii) Actividade Incidental; (iii) Desperdício. As Actividades de Valor Acrescentado são actividades que criam Valor e como tal, o Cliente está disposto a pagar. As Actividades Incidentais são actividades que não acrescentam Valor, mas que são necessárias. O Desperdício (*Muda*) engloba todas as actividades que não trazem Valor acrescentado e que podem ser eliminadas imediatamente.

Os Desperdícios podem ser classificados em 7 tipos ou, de acordo com a enumeração original de Taiichi Ohno, 7 *Wastes*: (1) *Overproduction*; (2) *Waiting*; (3) *Transport*; (4) *Overprocessing*; (5) *Inventories*; (6) *Movement*; (7) *Defective Parts*.

Touch Time (TT)

Período em que o componente/serviço está efectivamente a ser intervencionado.

Turnaround Time (TAT)

Duração global de um serviço.

Value Stream Mapping (VSM) (Mapeamento da Cadeia de Valor)

O *Value Stream Mapping* (VSM) é a representação gráfica do Fluxo de Valor de um produto (ou família de produtos) que permite perceber os fluxos de informação, de materiais e de processos. Esta ferramenta requer um acompanhamento de todos os processos do produto e para ser construído requer apenas papel e lápis, e os tempos de cada processo devem ser cronometrados, não devemos confiar em informações não obtidas pela pessoa que o está a construir. O facto de ser feito “à mão” traz várias vantagens: (i) a pessoa que está a construir o VSM fica a compreender todo o processo; (ii) facilidade.

Value Added Time (VAT)

Esta ferramenta tem como propósito quantificar, em percentagem, as actividades de valor acrescentado (*Value Added* - VA) e os desperdícios (*Non-value added* -NVA), realizadas num determinado período de tempo.